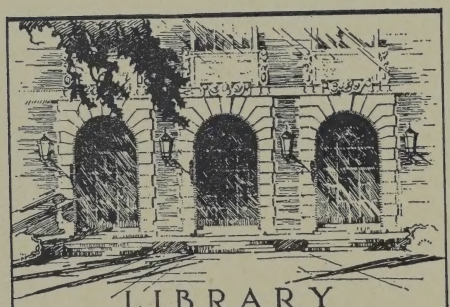
630.5
JO
v.64

JOURNAL FUR LANDWIRTSCHAFT

64, 1916



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF ILLINOIS

630.5
JO
v.64

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

Journal

für

Landwirtschaft.

Im Auftrage der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover

herausgegeben unter Beteiligung der landwirtschaftlichen

Institute, Laboratorien und Versuchsanstalten deutscher Hochschulen.

Unter Mitwirkung von

Dr. J. Esser,
Geh. Med.-Rat, Professor, Direktor des Tierarznei-Instituts

Dr. P. Ehrenberg,
Professor, Direktor des agrikulturchemischen Instituts

Dr. W. Fleischmann,
Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor des Laboratoriums für Chemie und Bakteriologie der Milch

Dr. G. Frölich,
Professor zu Halle a. S.

Dr. A. Koch,
Professor, Direktor des landw.-bakteriolog. Instituts

Dr. F. Lehmann,
Professor, Direktor der landw. Versuchsstation

Dr. C. v. Seelhorst,
Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor des landw. Instituts und des landw. Versuchsfeldes

herausgegeben von

Dr. B. Tollens,
Geh. Regierungs-Rat, Professor
zu Göttingen.

Vierundsechzigster Jahrgang.

Mit 5 Tafeln und 3 Textabbildungen.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstr. 10 u. 11.
1916.

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

630.5
J D
v.64
UNIVERSITY OF ILLINOIS
AGRICULTURE LIBRARY

Inhalt.

Seite

Arbeit aus dem agrikultur-chemischen Institut der Universität Königsberg.

Stutzer, A., Die Wirkung von Blei als Reizstoff für Pflanzen. (Hierzu Taf. I) 1

Arbeit aus dem agrikultur-chemischen Laboratorium (beim landwirtschaftlichen Institut) der Universität Giessen.

Kleberger, Prof. Dr., Referent, und Weber, Ph., Assistent, Zur Frage der Sicherung und Steigerung unserer Kartoffelernte . 181

Arbeiten aus dem agrikultur-chemischen Institut der Universität Göttingen.

Ehrenberg, Paul, und Schultze, Karl, Göttingen, Beiträge zur Klärung der „Manganfrage", unter Benutzung einiger von Conrad v. Seelhorst gütigst zur Verfügung gestellten Versuche 37

— — Kleine Beobachtungen zur Gewinnung von Höchsternten bei Vegetationsversuchen. (Beiträge zur Ausführung von Vegetationsversuchen, II) 130

Zyl, J. P. van, Über die Bodenlösung: ihre Gewinnung, Zusammensetzung und Anwendung bei der Schlämmanalyse . . 201

Arbeiten aus dem landwirtschaftlichen Versuchsfelde der Universität Göttingen.

Seelhorst, C. von, mit Assistenz von cand. agr. H. Voigt, I. Düngungs-Versuch mit Chlorammonium. (Hierzu Taf. II) 23

— — II. Kali-Düngungsversuche. (Hierzu Taf. III—V) . . . 31

Aus dem chemischen Institut der Königl. landwirtschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf.

Busolt, Dr. Ernst, Beiträge zur Kenntnis der Kohlenhydrate der Gemüsearten 357

Aus dem landwirtschaftl.-bakteriologischen Institut der Universität Göttingen.

Hövermann, Frl. Dr., und Koch, Prof. Dr. Alfred, Über die Wertverminderung des Kalkstickstoffes durch einen Gehalt an Dicyandiamid 317

Berner, Dr. Ulrich, Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kaninchenzucht 301

453793

Seite

Busolt, Dr. Ernst, s. Aus dem chemischen Institut der Königl. landwirtschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf.

Ehrenberg, Paul, s. Arbeiten aus dem agrikultur-chemischen Institut der Universität Göttingen.

Frölich, Prof. Dr. G., Halle, Die landwirtschaftliche Arbeiterfrage nach dem Kriege 9

Hager, G., s. Mitteilung der landwirtschaftl. Versuchsstation Kempen.

Hövermann, Frl. Dr., s. Aus dem landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut der Universität Göttingen.

Hoffmann, J. F., Berlin, Die Abhängigkeit der Pflanzenatmung von der Oberflächengrösse. (Mit 3 Textabbildungen) 289

Kern, J., s. Mitteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstation Kempen.

Kleberger, Prof. Dr., s. Arbeit aus dem agrikult.-chem. Laboratorium (beim landw. Institut) der Universität Giessen.

Koch, Prof. Dr. Alfred, s. Aus dem landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut der Universität Göttingen.

Literaturbesprechungen:

Dr. F. Muhlert, Die Industrie der Ammoniak- und Cyan-Verbindungen 155

Kurt Wiedenfeld, Sibirien in Kultur und Wirtschaft 156

Dr. W. Fleischmann, Lehrbuch der Milchwirtschaft 157

Prof. Dr. Th. Dietrich und Prof. Dr. F. Mach, Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agrikultur-Chemie 159

Rörig und Sorauer, Pflanzenschutz 160

Prof. Dr. C. Fruwirth, Landwirtschaftlich wichtige Hülsenfrüchte. Erstes Heft 160

Ökonomierat Val. Wüst, Die Sonnenblume (Helianthus annuus), eine wertvolle Futter-, Öl- und Honigpflanze 160

Dr. phil. Otto Oberstein, Herkunftsbestimmung der Kleesaaten 161

Johannes Heyne, Grosses Handbuch der Schafzucht auf neuzeitlicher Grundlage 162

Kgl. Landesökonomierat August Siebert, Bauet Gemüse! Ein Weckruf für daheim und draussen 167

Prof. Dr. G. Haberlandt, Fürstenberg, M., Die Einführung der Soja, eine Umwälzung der Volksernährung 167

Prof. Dr. Schander, Die wichtigsten Kartoffelkrankheiten und ihre Bekämpfung 167

Dr. W. Michels und C. Przibylla, Die Kalirohsalze, ihre Gewinnung und Verarbeitung 168

W. J. Ruttmann, Der Brotkrieg. Das deutsche Volk im Kampfe um seine Ernährung 169

Martin Tessenow, Das A B C der künstlichen Düngung nebst Nährstoff-Tabellen und 60 wichtigen Ratschlägen 170

Seite

Julius Stoklasa und Alois Matoušek, Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe 170
O. Hollmann, Anleitung für den Feldgemüsebau 277
Prof. Dr. C. Fruwirth, Landwirtschaftlich wichtige Hülsenfrüchte. Zweites Heft 277
Dr. H. P. Wamser, Untersuchungen über den Energie- und Eiweissbedarf der höheren Tiere und des Menschen 278
Prof. Dr. G. Fingerling, Kellner, O., Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere 281
Derselbe, Grundzüge der Fütterungslehre. Von Dr. O. Kellner 286
Hofrat Johann Bolle, Die Bedingungen für das Gedeihen der Seidenzucht und deren volkswirtschaftliche Bedeutung . . . 287
Dr. W. Fleischmann, Die Bereitung von Backsteinkäsen . . . 363
Dr. Arthur Oppenheimer und Dr. Herbert Dorn, Die Bundesratsverordnungen über Brotgetreide usw. 363
Dipl.-Ing. Curt Adler, Wie baut man fürs halbe Geld in Ost und West neu auf? 364
Prof. Dr. C. Jacobj, Weitere Beiträge zur Verwertung der Flechten 364
Prof. Dr. Oscar Loew, Zur chemischen Physiologie des Kalks bei Mensch und Tier 365
Dr. H. Thiel, Mentzel und von Lengerkes Landwirtschaftlicher Hilfs- und Schreibkalender 365
Verzeichnis empfehlenswerter landwirtschaftlicher Bücher aus dem Verlage von Paul Parey in Berlin 366
Dr. Oskar Nagel, Die Romantik der Chemie 366
Mikrokosmos. Zeitschrift für angewandte Mikroskopie usw. . . 366
Dr. Johannes Gad, Die Betriebsverhältnisse der Farmen des mittleren Hererolandes (Deutsch-Südwestafrika) 367
Dr. phil. h. c. Hosch, Die wirtschaftlichen Fragen der Zeit . . 367
Prof. Dr. Schander und Fritz Krause, Berichte über Pflanzenschutz 368
Prof. Franz Schindler, Die Getreideproduktion Österreich-Ungarns im Hinblick auf Krieg und Volksernährung. 368
Prof. Dr. J. Hansen und Dr. Fritz Arnoldi, Die Kartoffel in der Kriegswirtschaft 370
Wohanka und Cr. Prag, XXVI. Jahresbericht der Rübensamen-Züchtungen 370
Prof. Dr. J. Hansen, Die Landwirtschaft in Ostpreussen . . . 370
U. Berner, Die volkswirtschaftliche Bedeutung der deutschen Bienenzucht und ihre Einträglichkeit 371

Mitteilung aus dem agrikultur-chemischen Institute der Universität Göttingen.

Nolte, Otto, Göttingen, „Magnesia". (Eine Ergänzung der Ausführungen von A. Stutzer über dieses Thema in der Illustrierten landwirtschaftlichen Zeitung 1916, S. 649) 343

Seite

Mitteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstation Kempen.

Hager, G., und Kern, J., Über die Löslichkeit des kohlensauren Kalkes verschiedener Herkunft und Feinheit in kohlensäurehaltigem Wasser in ihrer Beziehung zu Boden und Pflanze . 325

Nolte, Otto, s. Mitteilung aus dem agrikultur-chemischen Institute der Universität Göttingen.

Preisaufgabe der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft in Leipzig 153

Schultze, Karl, s. Arbeiten aus dem agrikultur-chemischen Institut der Universität Göttingen.

Seelhorst, C. von, s. Arbeiten aus dem landwirtschaftlichen Versuchsfelde der Universität Göttingen.

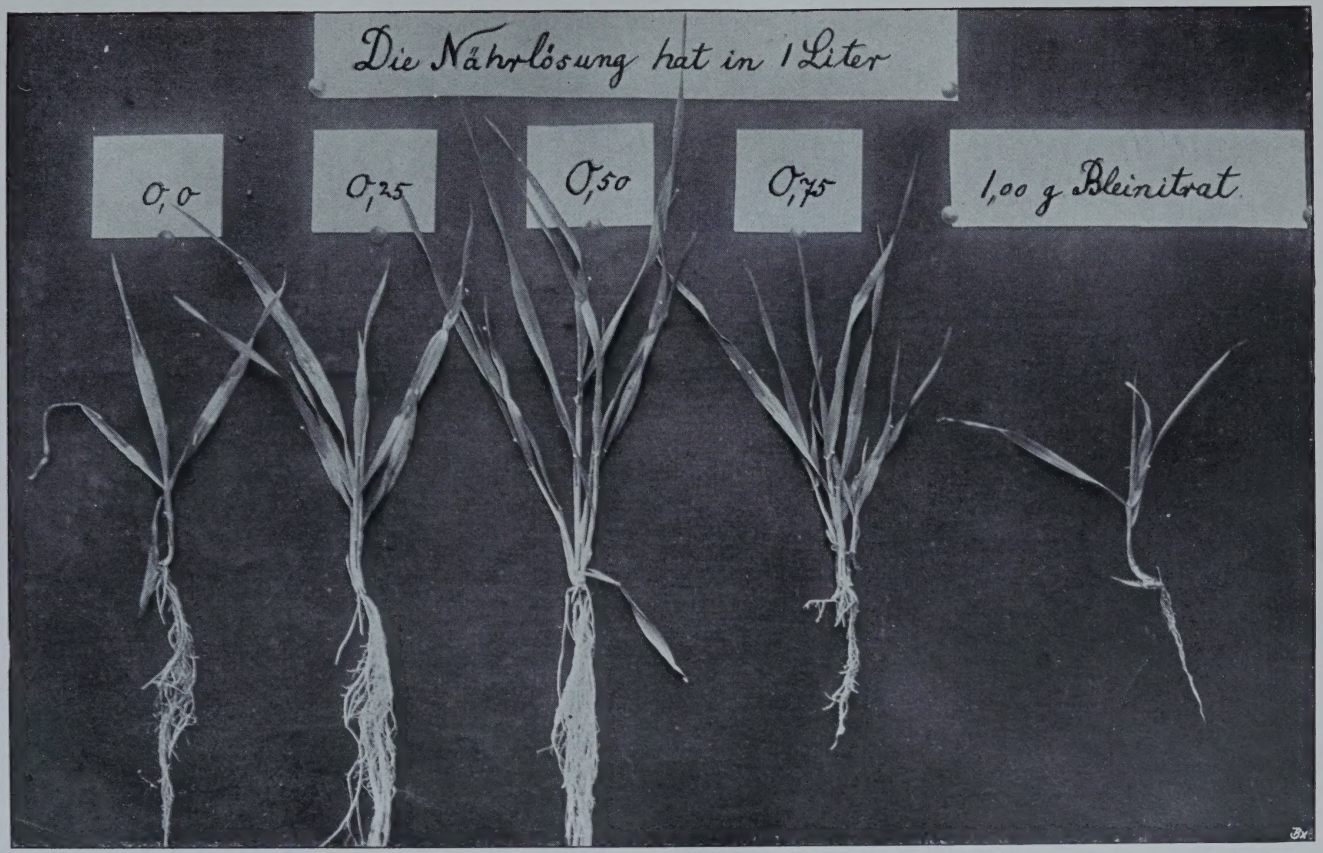
Stutzer, A., s. Arbeit aus dem agrikultur-chemischen Institut der Universität Königsberg.

Süchting, Prof. Dr. H., Stärkewert oder Kraftwert? 173

Voigt, H., s. Arbeiten aus dem landwirtschaftlichen Versuchsfelde der Universität Göttingen.

Weber, Ph., s. Arbeit aus dem agrikultur-chemischen Laboratorium (beim landw. Institut) der Universität Giessen.

Zyl, J. P. van, s. Arbeiten aus dem agrikultur-chemischen Institut der Universität Göttingen.



Wirkung von Blei. Gerste

Verlag von Paul Parey in Berlin.

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

19334

Arbeit aus dem agrikultur-chemischen Institut
der Universität Königsberg.

Die Wirkung von Blei als Reizstoff für Pflanzen.

Von

A. STUTZER.

(Hierzu Taf. I.)

Durch Düngung mit Stickstoff, Phosphorsäure und Kali können wir bekanntlich die Erträge an Ernte-Erzeugnissen erheblich steigern. Man hat erkannt, dass eine weitere Steigerung der Ernteerträge möglich ist, wenn ausserdem gewisse Reizstoffe auf die Pflanzen einwirken. Vergleicht man Stickstoff, Phosphorsäure und Kali mit Hafer, Heu und Häcksel im Futter des Pferdes, so entsprechen die Reizstoffe der Peitsche, durch die das Pferd zu grösseren Leistungen veranlasst wird.

Die Reizstoffe sind bei den Pflanzen nur dann wirksam, wenn sie in ganz kleinen Mengen dargeboten werden. Grössere Mengen wirken als Gifte und setzen die Ernteerträge herab.

Angenommen, wir machen vergleichende Versuche bei irgend welchen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, z. B. bei Rüben, und geben eine gleichmässige Düngung mit Stickstoff, Phosphorsäure und Kali. Teilstück 1 erhält keinen Reizstoff, Teilstück 2 eine ganz geringe Menge eines Giftes, Teilstück 3 die doppelte Menge und Teilstück 4 die dreifache Menge von demselben Gift, wie Nr. 2 erhielt. Wir lassen die Pflanzen wachsen und ermitteln die Ernteerträge. Drücken wir den Ertrag vom Teilstück 1 durch die Zahl 100 aus, so sind die Erträge auf den anderen Teilstücken nicht etwa 90, 80, 70 usw., d. h. sie gehen nicht herunter, sondern zunächst herauf. Der Ernteertrag steigt vielleicht von 100 auf 110, 120, um dann allerdings, wenn die Giftwirkung des Reizstoffes bei noch grösseren Gaben sich bemerkbar macht, recht schnell auf eine unter 100 liegende Zahl zu sinken.

Diesbezügliche Beobachtungen liegen bei sehr verschiedenen Pflanzenarten und hinsichtlich recht verschiedener Reizstoffe vor. Ob die Verwendung von Reizstoffen nur für den gärtnerischen Betrieb oder auch für den Feldbau später einmal Bedeutung erlangen wird, lässt sich zurzeit noch nicht übersehen.

Bereits vor mehr als 40 Jahren stellte man fest, dass das Wachstum von Pilzen bei Vorhandensein sehr geringer Mengen von Giften gesteigert wird. Im Jahre 1882 berichtete G. HEINZELMANN,[1]) dass die Gärkraft der Hefe durch geringe Mengen von Salizylsäure erhöht wird. MARACCI fand das Gleiche, als Alkaloide auf die Hefe einwirkten.[2]) H. SCHULTZ bewies dies für sehr verschiedene Gifte.[3])

Die Tatsache, dass gewisse anorganische Gifte das Wachstum von Pilzen günstig beeinflussen, ist von RAULIN im Jahre 1869 ausgesprochen,[4]) aber trotz der zahlreichen Beobachtungen, die man seitdem gemacht hatte, wurde erst im Jahre 1895 von PFEFFER[5]) und im Jahre 1896 von HÜPPE[6]) erklärt, dass nach einem allgemein gültigen biologischen Gesetze die Gifte in stärkerer Konzentration das Protoplasma der Pflanzen töten, in geringeren Mengen die Entwicklungsfähigkeit aufheben und in sehr starken Verdünnungen das Wachstum der Pflanzen in günstiger Weise beeinflussen. Welche Ursache der günstigen Wirkung zugrunde liegt, ist schwer zu sagen; ich weise nur darauf hin, dass manche Gifte in starker Verdünnung die Eigenschaft haben, den Stoffwechsel und die Atmung der Pflanzen zu beschleunigen.

Als erste landwirtschaftliche Anwendung von Reizstoffen können wir den Gebrauch von Kupferhydroxyd (sogen. Bordeauxbrühe) zum Bespritzen der Blätter der Weinrebe betrachten, das zu dem Zweck ausgeführt wird, um gewisse, auf den Blättern haftende Pilzsporen zu vernichten. Ausserdem macht eine Reizwirkung auf die Weinrebe dadurch sich bemerkbar, dass sehr wenig Kupfer in die Blätter eindringt, unter dessen Einfluss die Blätter gekräftigt werden und eine grössere Menge von Chlorophyll sich bildet.

[1]) Zeitschrift für Spiritusindustrie 1882, S. 458.
[2]) Chemisches Zentralblatt 1887, S. 248.
[3]) PFLÜGERS Archiv Bd. 42, S. 517, Jahrg. 1888.
[4]) Ann. sc. nat. Bd. 40, S. 91.
[5]) Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik Bd. 28, S. 238.
[6]) HÜPPE, Naturwissenschaftl. Einführung in die Bakteriologie S. 55.

Mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts haben Forscher aller Kulturvölker mit der Wirkung von Reizstoffen auf landwirtschaftlich nutzbare Pflanzen sich beschäftigt, und es kann nicht überraschen, dass die Ergebnisse teilweise widersprechend sind. Beispielsweise hat man mit Mangansalzen, also mit Stoffen, die kaum als Gifte gelten können, bald wachstumfördernde, bald gar keine Wirkungen beobachtet. Hierbei ist zweifellos die Beschaffenheit des betreffenden Bodens von Wichtigkeit. Wir können uns vorstellen, dass es Bodenarten gibt, die von Natur einen gewissen Gehalt an Mangan bereits haben oder andere Reizstoffe enthalten, die die gleiche Wirkung ausüben.

Durch Zufuhr von Mangan, das als schwacher Reizstoff gelten muss, kann unter diesen Umständen eine Steigerung des Wachstums der Pflanzen nicht beobachtet werden. In manchen Fällen wird vielleicht die Art der Manganverbindung nicht die zweckdienlichste gewesen sein. B. Schulze stellte fest,[1]) dass vom Mangannitrat erheblich geringere Mengen nötig sind, um eine Wirkung zu erzielen, als vom Manganphosphat.

Will man die Wirkung von Reizstoffen bei Felddüngungsversuchen verfolgen, so wird es sich nach meiner Ansicht empfehlen, solche Stoffe zu nehmen, die in der Ackererde nicht enthalten sind und eine stärkere Giftwirkung haben, damit man mit recht geringen Mengen des Zusatzes auskommt. Ausserdem dürfen sie nicht zu teuer sein.

Als Beispiel nenne ich Blei- und Kupfersalze. In den letzten Jahren habe ich mit Bleinitrat Versuche gemacht, teils nach der Methode der Wasserkultur, um den Einfluss von Blei auf die Wurzelbildung verfolgen zu können, teils sind Felddüngungsversuche ausgeführt.

Über die günstige Wirkung von Bleinitrat berichtete J. Stoklasa.[2]) Dieser beobachtete bei Zuckerrüben eine Ertragssteigerung um 30—40 %. Auch auf Hafer und Mais wirkte Bleinitrat günstig ein. In einer späteren Veröffentlichung sagt Stoklasa:[3]) „Mit Bleinitrat führten wir die Versuche in zwei Reihen aus, eine in Vegetationsgefässen, die andere auf unserem Versuchsfelde. Sowohl bei Hafer als auch bei Buchweizen wird durch einen geringen Bleinitratzusatz die Produktion der Pflanzen-

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87, S. 1.
[2]) Blätter für Zuckerrübenbau 1911, S. 195.
[3]) Chemiker-Zeitung 1914, Nr. 79, S. 841.

materie gehoben. Der grösste Ertrag war bei Benutzung von 2.7 bis 4.3 kg Bleinitrat auf 1 ha zu verzeichnen. Auch unsere Feldversuche lieferten geradezu überraschend günstige Resultate, der Ertrag wurde sogar um 90 % erhöht."

Versuche mit Blei-Verbindungen sind von Dr. AUG. VÖLCKER in England in Vegetationsgefässen gemacht.[1]) VÖLCKER fand, dass von allen Bleisalzen das Nitrat am wirksamsten ist. Die Versuchspflanze war Weizen. Setzt man die Menge der geernteten Weizenkörner, die ohne Bleizusatz zum Boden erhalten wurden = 100, so sind geerntet:

nach Beimischung von 0.01 % Blei zum Boden = 130 Ertrag,
" " " 0.02 " " " " = 153 "
" " " 0.03 " " " " = 162 " .

Hieraus geht hervor, dass das Blei eine recht hohe Reizwirkung ausübte.

Ich habe in den Jahren 1914 und 1915 Beobachtungen über die Wirkung von Bleinitrat nach der Methode der Wasserkultur gemacht, um namentlich die Entwicklung der Wurzeln verfolgen zu können. Die Nährlösung enthielt in 1 l je 0.125 g Kaliumchlorid, Natriumchlorid, Magnesiumsulfat und Superphosphat, ausserdem 0.250 g Monokaliumphosphat, 0.001 g Eisen als Eisenchlorid, 0.0845 g Stickstoff in Form von Nitraten. Das Nitrat war vorhanden in Lösung I nur als Bleinitrat, entsprechend 1 g Bleinitrat mit 0.0845 g N in 1 l Nährflüssigkeit. Lösung II enthielt 0.75 g Bleinitrat und ausserdem so viel Natriumnitrat, dass der Gesamtgehalt von 0.0845 g Stickstoff erreicht war. Lösung III hatte 0.50 g Bleinitrat mit Ergänzung von Natriumnitrat wie bei II. Lösung IV hatte 0.25 g Bleinitrat mit Ergänzung von Natriumnitrat wie bei II. Lösung V hatte nur Natriumnitrat als Stickstoffverbindung, kein Blei.

Die Versuchsgefässe fassten $2^1/_2$ l Flüssigkeit, die wöchentlich ein- bis zweimal erneuert wurde. Versuchspflanzen waren: Roggen, Weizen, Hafer, Gerste, Mais, Erbsen. In allen Fällen waren die Pflanzen in Lösung III und IV besser als in V entwickelt. Die Lösungen I und II wirkten als Gift.

Von den Getreidearten zeigte insbesondere die Gerste grössere Unterschiede, wie aus der Abbildung (Taf. I) zu ersehen ist. Die Entwicklung der Pflanzen ist bei Gegenwart geringer

[1]) The Woburn Experiment Station. Report 1911.

Mengen von Blei kräftiger, sie erreicht bei 0.50 g Bleinitrat in 1 l Nährflüssigkeit den Höhepunkt. Bei stärkeren Bleigaben leidet nicht nur die Wurzel der Pflanzen, sondern es bleibt auch die Ausbildung der Blätter zurück. Die gleiche Beobachtung ist bei allen 5 Pflanzenarten gemacht.

Bei der Ausführung von Felddüngungsversuchen mit Bleinitrat macht es einige Schwierigkeiten, die sehr kleine Menge dieser Substanz gleichmässig auf dem Felde zu verteilen. Das Bleinitrat wurde von uns in fein zerriebenem Zustande zunächst mit kleinen, dann mit grösser werdenden Mengen von fein gemahlenem Kalisalz oder mit gemahlenem Salpeter innig gemengt und schliesslich mit der ganzen Menge des Kalisalzes oder der anderen Düngestoffe, die angewendet wurden, gemischt.

Stoklasa gebrauchte bei seinen Versuchen 2.7 bis 4.3 kg Bleinitrat für 1 ha. Über von uns ausgeführte Felddüngungsversuche habe ich in den „Arbeiten der D. L.-G." Heft 258, S. 210—219 berichtet. Aus dem Bericht seien folgende Zahlen mitgeteilt, die auf 1 ha sich beziehen. Die Grunddüngung für Hafer bestand aus 40 kg Kali und 40 kg Phosphorsäure. Geerntet wurden an

	Körnern dz	Stroh dz
a) nach Düngung mit 30 kg Stickstoff . . .	32.54	47.99
b) wie a und ausserdem $2^1/_2$ kg Bleinitrat .	34.87	44.74
c) nach Düngung mit 45 kg Stickstoff . . .	35.01	48.41

Setzt man den nach Düngung a erzielten Körnerertrag = 100, so war erhalten nach Düngung b = 107.1 und nach c = 107.5. Offenbar liegt eine einseitige Wirkung auf die Erhöhung des Körnerertrages unter dem Einfluss von Blei vor, allerdings bei Verminderung des Strohertrages.

Der Versuch bei Zuckerrüben in Böhmenhöfen, einer Wirtschaft, die früher Zuckerrüben nicht gebaut hatte, ergab folgendes. Die Grunddüngung bestand aus 80 kg Kali, 50 kg Phosphorsäure und 45 kg Stickstoff.

	Ernte an Rüben	Zucker
a) Stickstoff als Chilesalpeter gegeben . . .	288.80 dz	55.88 dz
b) Stickstoff als schwefelsaures Ammoniak mit Zusatz von Viehsalz	288.47 „	56.30 „
c) wie b und 4 kg Bleinitrat	289.10 „	57.59 „

Das Bleinitrat im Werte von 3 M. 20 Pf. hatte den Zuckerertrag um 127 kg erhöht.

Besser waren die Erfolge in der alten Rübenwirtschaft Muhlack. Die Düngung war die gleiche wie vorstehend angegeben. Geerntet sind:

	Rüben	Zucker
a) Stickstoff als Chilesalpeter gegeben	324.0 dz	59.82 dz
b) Stickstoff als schwefels. Ammoniak und Viehsalz	312.9 „	58.46 „
c) wie b und 4 kg Bleinitrat	343.9 „	63.80 „

Die geringe Menge von Bleinitrat erhöhte den Zuckerertrag im Vergleich zur Düngung a um 398 kg und im Vergleich zur Düngung b um 534 kg. Das ist eine sehr erhebliche Steigerung.

In dem Jahre 1913 machte ich einen Versuch bei Kartoffeln, gab ebenfalls 4 kg Bleinitrat für 1 ha, erhielt aber schlechte Ergebnisse. Die Kartoffel scheint recht empfindlich gegen Blei zu sein, da sowohl die Menge der Knollen wie auch der Stärke vermindert wurden. Weitere Versuche müssen ergeben, ob man diesen Reizstoff bei Kartoffeln überhaupt nicht anwenden kann, oder nur in sehr geringen Mengen.

In den Jahren 1914 und 1915 hatte ich eine Anzahl von Felddüngungsversuchen gemeinsam mit meinem Assistenten, Landwirtschaftslehrer HAUPT, eingeleitet, um die Wirkung des Bleies bei verschiedenen Kulturpflanzen zu verfolgen, indes sind sie, mit Ausnahme eines einzigen, unter dem Einfluss des Krieges verunglückt. Im ersten Jahre wurden die Felder durch die Russen verwüstet und im zweiten fehlte es an Arbeitskräften, um die Teilstücke einzeln zu ernten und die Wägungen ordnungsmässig auszuführen, mit Ausnahme eines einzigen Versuchs, der in gleicher Weise wie die anderen auf Veranlassung und auf Kosten der D. L.-G. vorgenommen ist, und zwar im Rittergut Quanditten, Ostpreussen. (Besitzer: Ulmer.)

Die Versuchspflanze war Weizen, die Grunddüngung bestand aus 40 kg Kali, 50 kg Phosphorsäure und teils 20, teils 30 kg Stickstoff in Form von Chilesalpeter. Leider stand der Weizen ziemlich dünn, die Witterung ist in den Monaten Mai und Juni 1914 ganz ungewöhnlich heiss und trocken gewesen. Hierdurch hatte der Weizen in dem sandigen Lehm recht gelitten. Durch die chemische und mechanische Analyse des Bodens sind folgende Bestandteile festgestellt:

Kohlensaurer Kalk	0.00 %	Kali . . .	0.23 %	Feinsand .	35.00 %
Kalk, ganze Menge	0.25 „	Stickstoff .	0.13 „	Grobsand .	19.30 „
Phosphorsäure . .	0.11 „	Staub . .	37.70 „	Kies . .	8.00 „

Die Fruchtfolge war: 1. Weizen oder Roggen; 2. Kartoffeln; 3. Hafer; 4. Klee. Geerntet wurde, auf 1 ha berechnet:

	Körner	Stroh
a) Grunddüngung ohne Stickstoff	22.62 dz	38.58 dz
b) „ mit 20 kg Stickstoff . . .	26.61 „	47.32 „
c) wie b und 4 kg Bleinitrat	23.46 „	40.61 „
d) Grunddüngung mit 30 kg Stickstoff . . .	28.61 „	48.01 „
e) wie d und 4 kg Bleinitrat	32.26 „	55.41 „

Hieraus geht folgendes hervor: Nach stickstofffreier Grunddüngung war der Ernteertrag infolge mangelhafter Witterung bei nicht sehr günstiger Bodenbeschaffenheit recht gering. Durch 20 kg Stickstoff stieg der Körnerertrag um 4 dz, bei einer Ausnutzung des gegebenen Stickstoffs von 56 %. Als ausserdem Bleinitrat gegeben war, betrug die Steigerung des Körnerertrages nur 0.84 dz und die Ausnutzung des Stickstoffs sank auf 21.5 %. Ganz andere Ergebnisse wurden durch Düngung mit 30 kg Stickstoff erhalten. Der Körnerertrag stieg um 6 dz und die Ausnutzung des gegebenen Stickstoffs war auf 82.3 % erhöht. Eine bestimmte Erklärung der verschiedenen Wirkung des Bleinitrats vermag ich nicht zu geben. Bei schwachen Stickstoffgaben hat unter dem Einfluss des Bleies der Stickstoff schlecht gewirkt, die Reizwirkung war vielleicht zu stark gewesen. Dagegen trat bei einer normalen Gabe von 30 kg Stickstoff durch die gleiche Menge von Bleinitrat, wie bei dem anderen Versuch gegeben (4 kg), eine vortreffliche Wirkung auf den Körnerertrag und auf die Ausnutzung des Stickstoffs hervor. Wieweit hierbei die Witterung von Einfluss gewesen ist, lässt sich nicht sagen. In der Einleitung hatte ich die Düngung mit Stickstoff usw. mit Pferdefutter verglichen und den gegebenen Reizstoff mit der Peitsche, durch welche das Pferd zu höheren Arbeitsleistungen angetrieben wird. Je nachdem das Pferd mangelhaft oder reichlich ernährt ist, wird die Peitsche (in diesem Falle das Bleinitrat) eine andere Wirkung hervorbringen.

Bei Fortsetzung der Versuche mit Reizstoffen wird es sich vielleicht empfehlen, die wichtigsten Nährstoffe reichlich zu geben und zu versuchen, durch die Reizstoffe eine weitere Erhöhung zu erreichen, während bei knapper Ernährung die Pflanzen vielleicht nicht genügend widerstandsfähig sind, um von der Reizung Nutzen zu ziehen.

Aus alle diesen Versuchen geht hervor, dass das Bleinitrat als Reizstoff Beachtung verdient, wenn auch noch näher festzustellen ist, bei welchen Pflanzenarten und in welchen Mengen es am zweckdienlichsten gebraucht werden kann. Das als Nitrat in den Boden gebrachte Blei bleibt als solches längere Zeit nicht bestehen, es wird durch die Düngestoffe und durch Bestandteile des Bodens bald in das schwer lösliche Sulfat und Karbonat übergeführt. Hierdurch scheint das Blei nicht unwirksam zu werden, weil die Verbindungen (im hydratischen Zustande) sehr fein verteilt vorhanden sind.

Der praktischen Verwendung von Bleinitrat (und von anderen sehr stark wirkenden Reizstoffen) steht das Hindernis entgegen, die sehr kleine Menge des Stoffs gleichmässig auf dem Acker zu verteilen. Der Landwirt hat dazu nicht die nötigen Einrichtungen und der Fabrikant müsste ganz besondere maschinelle Vorkehrungen treffen, um die kleine Menge der Bleiverbindungen mit Kalisalz oder mit Salpeter und dergleichen sehr innig zu mischen. Der Fabrikant hätte für die genügend gleichmässige Verteilung des Bleies (oder anderer stark wirkender Reizmittel) eine Garantie zu übernehmen.

Die landwirtschaftl. Arbeiterfrage nach dem Kriege.

Von

Professor Dr. G. FRÖLICH-Halle.

Manchem mag es vielleicht verfrüht erscheinen, auf die landwirtschaftliche Arbeiterfrage nach dem Kriege schon jetzt während des Krieges einzugehen. Obwohl über den für Deutschland glücklichen Ausgang des Krieges kaum noch Zweifel bestehen können, ist man doch bezüglich der voraussichtlichen Entwicklung der Verhältnisse nach dem Kriege zurzeit nur auf Vermutungen angewiesen. Es verträgt sich aber mit dem Wesen landwirtschaftlichen Schaffens und Arbeitens nicht, den Lauf der Dinge ruhig abzuwarten. Die Abhängigkeit und Gebundenheit der landwirtschaftlichen Erzeugung verlangt vielmehr eine vorausschauende Prüfung und Abwägung aller Faktoren, die die Erzeugung im günstigen oder ungünstigen Sinne zu beeinflussen vermögen. Nur bei solcher Prüfung können rechtzeitig die erforderlichen Massnahmen getroffen werden, die den gleichmässigen Gang des Betriebes gewährleisten und schwerwiegende Hemmungen vermeiden.

Der landwirtschaftliche Betriebsleiter, sei er ein kleiner Bauer, der mit wenigem Gesinde auskommt, oder ein grösserer Besitzer, der auf die Hilfe von vielen Tagelöhnern und zahlreichen Wanderarbeitern angewiesen ist, — jeder hat ein starkes Interesse daran, sich darüber klar zu werden, wie die Beschaffung der notwendigen Arbeitskräfte nach dem Kriege möglich sein, ob ein Mangel eintreten wird oder nicht, ob die Löhne steigen werden und damit eine Vermehrung der Wirtschaftsausgaben, ob die Möglichkeit, durch Wanderarbeiter einen Ersatz für fehlende Arbeitskräfte zu beschaffen, bestehen bleibt und was dergleichen Fragen mehr sein mögen.

Es ist nun ganz ausgeschlossen, das wichtige Problem der Arbeitsbeschaffung in der Landwirtschaft in dem Rahmen eines kurzen Aufsatzes auch nur einigermassen erschöpfend zu behandeln. Dazu ist es viel zu umfangreich, verwickelt und undurchsichtig. Nur die wichtigsten und beachtenswertesten Tatsachen und Entwicklungsgänge seien angedeutet, um erneut die Aufmerksamkeit auf Fragen zu lenken, von deren Lösung mehr abhängt als nur das wirtschaftliche Gedeihen des einzelnen Landwirts.

Schon vor dem Kriege hat die Sorge um die Deckung des notwendigen Arbeitsbedarfes vielen Landwirten schwere Stunden bereitet. Die immer mehr zunehmende Abwanderung des ländlichen Nachwuchses nach der Stadt, das allmähliche Aussterben des alten, der landwirtschaftlichen Arbeit treu gebliebenen Stammes, die Ausbreitung industrieller Unternehmungen in ländlichen Gemeinden, die durch Verbesserung der Verkehrswege und Verkehrseinrichtungen (Eisenbahn, Strassenbahn) ermöglichte Erreichung industrieller oder gewerblicher Arbeitsstätten auch aus grösseren Entfernungen, alle diese und andere Einflüsse haben zusammengewirkt, um für den landwirtschaftlichen Betrieb ständig die Schwierigkeiten zu steigern, die zur Bewältigung unaufschiebbarer Arbeiten nötigen Arbeitskräfte gegen angemessene, der wirtschaftlichen Lage der Landwirtschaft entsprechende Löhne zu bekommen. Eine gewisse Erleichterung war nur möglich durch die Einstellung erst einheimischer, dann ausländischer Wanderarbeiter, die namentlich in den Gegenden mit intensivem Betrieb, besonders mit ausgedehnterem Hackfruchtbau, sowie vorwiegend auch in den grösseren Betrieben die notwendigen Handarbeiten verrichten mussten.

Keinem Menschen wird es heutzutage noch einfallen, diese Wanderarbeit als einen Idealzustand bezüglich der Deckung des Arbeitsbedarfes, etwa wegen der weitgehenden Anpassung an den „Saison-Charakter" der landwirtschaftlichen Arbeit zu betrachten und zu preisen. Dazu sind die Missstände und Übelstände, die damit verbunden sind, zu offenkundig geworden. Was den bedenklich hohen jährlichen Zustrom ausländischer Wanderarbeiter nur erträglich machte, war der Gedanke, dass es nur mit ihrer Hilfe vorläufig möglich sei, den intensiven Betrieb aufrecht zu erhalten und damit die zeugende Kraft des einheimischen Bodens sehr weitgehend auszunutzen, ein Vorgang,

der die Selbständigkeit und Sicherheit der Ernährung unseres Volkes wenigstens einigermassen zu gewährleisten vermochte.

Wer aber nicht nur dem Augenblick lebte, sondern auch alle Möglichkeiten einer zukünftigen Entwicklung entschlossen ins Auge fasste, dem konnte nicht verborgen bleiben, dass die immer stärkere Verwendung ausländischer Wanderarbeiter auch schwerwiegende Gefahren mit sich brachte. Am entschiedensten hat dem wohl Waterstradt in seiner Wirtschaftslehre des Landbaues Ausdruck gegeben, indem er darauf hinwies, dass bei einem plötzlichen Versiegen der ausländischen Quelle zur Deckung des Arbeitsbedarfes die bisherige Betriebseinrichtung nicht aufrecht erhalten werden könnte und dann die gerade vorhandenen, einen hohen Arbeitsbedarf erfordernden Kulturen mehr oder weniger verloren seien, wobei jeder Unternehmer, der auf das Jahreserträgnis solcher Kulturen angewiesen sei, dem wirtschaftlichen Ruin entgegengehen müsse.[1])

Glücklicherweise ist es dazu während des gegenwärtigen Krieges nicht gekommen. Wie leicht hätte es aber dazu kommen können! Und wieviel grösser würden heute, im zweiten Kriegsjahr, die Schwierigkeiten sein, unsere Erzeugung auf der Höhe zu erhalten und damit die Ernährung des Volkes einigermassen sicherzustellen, wenn wir die ausländischen Wanderarbeiter nicht hätten zurückhalten und zur Weiterarbeit verpflichten können! Ich glaube, der Ernst der Sachlage ist durch den Gang der Ereignisse auch denen klar geworden, die früher die uns drohenden Gefahren glaubten missachten zu können.

Man wird darum auch heute wohl die vor dem Kriege aufgetauchten Bestrebungen, wegen des immer stärker werdenden Arbeitermangels zu weitgehenden Änderungen der Betriebssysteme überzugehen, mit anderen Augen ansehen. Wenn gesagt wurde, man müsste von der „Arbeitsintensität“ zur „Kapitalsintensität“ übergehen, man solle extensiv organisieren und intensiv kultivieren, das Schwergewicht der Wirtschaftsorganisation sei auf Futterbau und Nutzviehhaltung zu legen, so bedeuteten derartige Ratschläge letzten Endes trotz aller Ableugnungen nichts anderes als eine Rückkehr zu extensiverer Betriebsgestaltung, mit niedrigeren, ungleichmässigeren und unsichereren Reinerträgen, allerdings auch mit etwas vermindertem Gesamt-

[1]) Wirtschaftslehre des Landbaues. Von Dr. F. Waterstradt, Professor. Stuttgart 1912, S. 133.

risiko. Dass eine solche Entwicklung aber aus nationalwirtschaftlichen Gründen seine sehr grossen Bedenken hatte und deshalb nach Möglichkeit zu verhindern war, darüber können wir heute nach keiner Richtung mehr im Zweifel sein. Glücklicherweise war sie auch erst in recht geringem Maſse eingetreten. Wenn man ihr vor dem Kriege entgegenzuarbeiten versuchte, geriet man allerdings in den Verdacht, die Zeichen der Zeit nicht zu verstehen und eigensinnig im alten Schlendrian weiter zu wursteln. In der Praxis machte sich aber deutlich ein Widerstreben geltend, dem Drängen nach weitgehenderen Betriebsumgestaltungen nachzugeben, — wie wir heute erkennen, mit Recht! Damit ist wieder einmal der Beweis geliefert, dass die Praxis im allgemeinen ein feines Gefühl hat für zweckmässige Entwicklungsmöglichkeiten, auch wenn es nicht möglich ist, die entscheidenden Richtlinien mit Worten und Zahlen festzulegen.

Durch mehrere anregende Arbeiten, unter denen die von Rybarck[1]) hervorragt, ist die Steigerung der Produktivität der deutschen Landwirtschaft während des vergangenen Jahrhunderts und namentlich im Laufe der letzten Jahrzehnte nachgewiesen worden. Diese Steigerung war bedingt durch die freie und ungebundene Benutzung des Grund und Bodens, die Anwendung besserer Maschinen und Geräte, verstärkter Anspannung und besonders auch durch die Verwendung grosser Mengen sogen. künstlicher Düngemittel und käuflicher Futterstoffe, die unmittelbar oder mittelbar den Nährstoffvorrat der Böden gewaltig vermehrten. Hand in Hand damit ging eine Umgestaltung der Betriebssysteme, indem von der alten Dreifelderwirtschaft zur verbesserten Dreifelderwirtschaft, zum Fruchtwechsel und zur freien Wirtschaft übergegangen wurde. Die Erhebungen über die Bodennutzung wiesen nach, dass auf dem Ackerlande eine beträchtliche Einschränkung der Brache und Ackerweide stattfand, der Anbau der Hülsenfrüchte und mehrerer Handelsgewächse sich verminderte, dafür aber der Getreidebau, Futterbau und namentlich der Hackfruchtbau eine Zunahme erfuhr.

Allmählich haben wir einsehen gelernt, dass der Hackfruchtbau das Rückgrat und die unentbehrliche Stütze der intensiven Wirtschaft ist. Die Hackfrüchte zeigen in der Ausnutzung der natürlichen und durch zweckentsprechende Massnahmen ge-

[1]) Mitteilungen der Landw. Institute der Königl. Universität Breslau Bd. III, Heft 4. Berlin 1905.

steigerten Fruchtbarkeit des Ackers gegenüber allen anderen Kulturpflanzen eine weitgehende Überlegenheit. Schon im Jahre 1908 habe ich in einem kleinen Aufsatze über die wirtschaftliche Bedeutung des Futterrübenbaues[1]) auf diesen beachtenswerten Umstand hingewiesen. Neuerdings ist dann in den Veröffentlichungen des Preussischen Landwirtschaftsministeriums, sowie in den gründlichen Darlegungen des Ökonomierats Dr. Hoesch im Abgeordnetenhause mehrfach betont, dass mit Hilfe der Hackfrüchte die einheimische, nur wenig vermehrbare, landwirtschaftlich benutzbare Fläche zu einer bedeutend stärkeren Erzeugung an Nährwerten gezwungen werden kann, weil eben die Hackfrüchte derselben Fläche das doppelte, ja drei- bis vierfache an wirklichen verdaulichen Nährstoffen abzuringen erlauben, wie andere Kulturpflanzen. Wir müssen demnach überall da, wo die wirtschaftlichen und natürlichen Verhältnisse es einigermassen möglich machen, eine Ausdehnung des Hackfruchtbaues anstreben. Dass wir in diesen Ausdehnungsmöglichkeiten die zweckmässige Grenze noch nicht erreicht haben, dürfte kaum zu bestreiten sein.

Es ist nun behauptet worden, dass wir den Körnerfruchtbau auf die Dauer mit einheimischen Arbeitskräften bewerkstelligen könnten, den Hackfruchtbau aber nicht. Der Hackfruchtbau erfordere Saison- oder Wander-Arbeiter, da es nicht möglich sei, die Leute das ganze Jahr hindurch zu beschäftigen. In solcher Allgemeinheit ausgesprochen, halte ich die Behauptung für falsch, muss vielmehr betonen, dass der Hackfruchtbau, wenn er nicht zu einseitig über eine gewisse Grenze ausgedehnt wird, einen sehr günstigen Ausgleich in der Deckung des Gesamtarbeitsbedarfes zu bewirken vermag.

Bekannt ist ja, dass die Einbringung der Getreideernte, ehedem die Zeit angespanntester Arbeit und schwerster Sorgen, in den Hackfruchtwirtschaften gar keine Schwierigkeiten macht. Die reichlich vorhandenen Arbeits- und Gespann-Kräfte ermöglichen eine schnelle Bewältigung, ein Umstand, der deshalb so ausserordentlich wichtig ist, weil die Getreideernte zu bestimmten Zeiten ohne Aufschub und Verzögerung durchgeführt werden muss, wenn nicht beträchtliche Verluste und Wertverminderungen durch Ausfall, Beregnen und dergl. eintreten sollen. Auch die

[1]) Hannoversche land- und forstwirtschaftliche Zeitung. Jahrgang 1908.

Bestellungs- und Pflegearbeiten können in den Hackfruchtwirtschaften schnell und rechtzeitig bewerkstelligt werden und der starke Übelstand, dass viele landwirtschaftliche Arbeiten an ganz bestimmte Zeitperioden gebunden sind, macht sich weniger fühlbar.

Der angeblich grosse Gegensatz in der Sommer- und Winterarbeit, der in Hackfruchtwirtschaften vorhanden sein soll, wird immer wieder hervorgehoben. Wie sieht es aber damit in der Praxis aus? Ständig ist der Aufenthalt der Wanderarbeiter im Herbst ausgedehnt worden, ebenso kommen die Leute im Frühjahr immer zeitiger, so dass die Zeit ihrer Abwesenheit schon recht kurz geworden ist. Und jetzt während des Krieges hat sich herausgestellt, dass auch in den Monaten, wo sonst die Wanderarbeiter die Betriebe und Deutschland verlassen mussten, Arbeit genug für sie vorhanden ist. Angesichts solcher Erfahrungen wird man recht zweifelhaft, ob der betriebswirtschaftliche Grund für die Einstellung von Saisonarbeitern noch das frühere Gewicht hat und richtig ist.

Um naheliegenden Einwendungen zu begegnen, sei aber an die oben gemachte Einschränkung erinnert, dass der Hackfruchtbau über eine gewisse Grenze hinaus nicht einseitig ausgedehnt werden dürfe. Meine Darlegungen sollen auch nur gelten für einen Hackfruchtbau, der etwa 20—25 % der Ackerfläche ausmacht. Bei dieser Ausdehnung scheint mir derzeit ein Optimum der Arbeitsverteilung möglich zu sein.

Freilich ist dabei der absolute Bedarf an Arbeitskräften ein hoher, jedenfalls ein höherer, wie er in vielen Wirtschaften tatsächlich ist. Ist das aber ein Nachteil? Es ist nicht meine Absicht, hier auf Massnahmen der Bevölkerungspolitik einzugehen, den Hinweis kann ich mir aber nicht versagen, dass mit der starken Verschiebung der Bevölkerungsgruppen, dem immer grösser gewordenen Anteil der städtischen, der industriellen und Handels-Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung und dem dadurch bewirkten, gesteigerten Verbrauch an Menschenkraft auch die Möglichkeit des Ersatzes, der Regeneration aus der ländlichen Bevölkerung grösser werden muss, wenn nicht der Gesamtbestand des Volkes gefährdet werden soll. Die Voraussetzung dafür ist die Zunahme der ländlichen Bevölkerung, die wirtschaftlich gebunden ist an eine Ausdehnung der Arbeitsgelegenheit, wenigstens, wenn man in der Besitzverteilung sich von Einseitigkeiten freihalten und eine Mischung der verschiedenen

Betriebsgrössen, wie sie glücklicherweise in vielen Teilen Deutschlands vorhanden ist, beibehalten will. Die Ausdehnung des intensiveren Betriebes, namentlich die Ausdehnung des Hackfruchtbaues schafft eben die nötige Arbeitsgelegenheit.

In diesem Zusammenhange sei auch noch darauf hingewiesen, dass es keineswegs die Unmöglichkeit der dauernden Beschäftigung gewesen ist, die die Wanderarbeit in den Rübenwirtschaften hervorgerufen hat. Vielmehr war der tatsächliche Verlauf doch so: Beim Übergange zu ausgedehnterer Handarbeit, wie sie die Einführung des Hackfruchtbaues in grösserem Umfange mit sich bringt, reichten die derzeit vorhandenen Arbeitskräfte nicht aus. Sie mussten plötzlich und stark vermehrt werden. Man zog deshalb zunächst Kräfte aus den in der Nähe liegenden volkreichen Dörfern heran, dann aus stark bevölkerten Gegenden, wo die Wanderarbeit der Männer in einzelnen Gewerben schon üblich war, z. B. vom Eichsfelde, weiter aus der Landsberger Gegend und ging allmählich immer mehr nach Osten, bis man auch die Landesgrenze überschreiten musste. Dass die Wanderarbeiter im Winter nach Hause zurückkehrten, war allerdings eine wirtschaftliche Erleichterung und reizte dazu, die Wanderarbeit immer mehr auszudehnen, sie war aber keineswegs, wie nochmals betont sei, die eigentliche Ursache. Bei wirtschaftlichen Änderungen sucht man mit dem möglichst geringsten Kraftaufwande die Umgestaltung durchzuführen und für die Beschaffung der verstärkten notwendigen Handarbeit bot die Einstellung von Wanderarbeitern den naheliegendsten, am schnellsten durchführbaren, dabei wirtschaftlich vorteilhaftesten Ausweg. Solange auch die Wanderarbeit nur mit einer Binnenwanderung innerhalb unseres Staatsgebietes verknüpft war, hatte sie keinerlei Bedenken, im Gegenteil viele Vorteile und Vorzüge für beide Teile. Die Hackfruchtwirtschaften hatten billige Arbeitskräfte und die Wanderarbeiter konnten ihre wirtschaftliche Lage heben.

Wie oben schon bemerkt, war nach unserer heutigen Auffassung und Beurteilung der Gesamtlage die Praxis mit der Ausdehnung des Hackfruchtbaues und der Zunahme der Arbeitsintensität bezüglich der Betriebsgestaltung durchaus auf dem richtigen Wege. Auf diesem Wege gilt es entschlossen weiter zu gehen. Wie sind aber die dazu nötigen Arbeitskräfte zu beschaffen?

Soweit man sich über die mutmasslichen Verhältnisse nach dem Kriege ein Bild machen kann, wird man mit folgenden Tatsachen zu rechnen haben.[1])

Einmal bedingen die Kriegsverluste, da sie die Landbevölkerung wegen ihrer höheren Rekrutierungsziffer relativ stärker treffen als die Stadtbevölkerung, eine Verschärfung des schon vor dem Kriege bestehenden Mangels. Sodann wird nicht ohne Grund angenommen, dass Handel und Industrie nach Friedensschluss einen sehr lebhaften Aufschwung annehmen werden, der die Arbeitskräfte gegen Löhne, mit denen die Landwirtschaft nicht in Wettbewerb treten kann, an sich zieht. Die beklagenswerte Landflucht nimmt noch mehr zu. Schon jetzt glaubt man ein Anzeichen dafür darin zu sehen, dass Kriegsbeschädigte und die Witwen mit ihren Familien nach der Stadt ziehen.

Soll die Landwirtschaft ihre Intensität aufrecht erhalten, müsste sie unter diesen Umständen noch mehr Wanderarbeiter als bisher heranziehen. Wird dies möglich sein? Zur Beantwortung dieser wichtigen Frage hat der Direktor der Landarbeiter-Zentrale, Freiherr VON DEM BUSSCHE-Kessel, in der letzten Sitzung der Studienkommission für Erhaltung des Bauernstandes, für Kleinsiedelung und Landarbeit sehr beachtenswerte Hinweise gegeben.[2]) Danach werden die 100—150000 Galizier, die zur Ergänzung der aus Russland bezogenen Arbeitskräfte jährlich zu uns herein kamen, wahrscheinlich ausbleiben, da sie in dem stark verwüsteten Galizien sehr nötig sein werden. Bezüglich der 294000 russischen Staatsangehörigen, die im Jahre 1912 legitimiert waren, weist Freiherr VON DEM BUSSCHE darauf hin, dass davon 282600, also über 96 % aus dem Königreich Polen stammten und von diesen wieder rund 60 % aus den beiden, uns unmittelbar benachbarten Gouvernements Kalisch und Petrikau. Da diese Gegenden von dem russischen Entvölkerungssystem und der damit verbundenen Zerstörung nicht derart betroffen seien, wie die weiter landeinwärts gelegenen Gebiete, so gäbe der Krieg unmittelbar keinen genügenden Grund dafür,

[1]) Vergl. dazu: Vereinigung für exakte Wirtschaftsforschung. Studienkommission für Erhaltung des Bauernstandes, für Kleinsiedelung und Landarbeit. Vierte Sitzung vom 15./16. November 1915. I. Die Deckung des landwirtschaftlichen Arbeiterbedarfs nach dem Kriege. Rostock 1915.

[2]) Siehe den erwähnten Bericht über die vierte Sitzung, S. 11—15.

anzunehmen, dass er in stark veränderter Weise auf das Bedürfnis und den Wunsch der dortigen Bevölkerung, nach Deutschland auf Wanderarbeit zu kommen, gewirkt hätte. Als Ersatz für die ausbleibenden Galizier könnte eine vermehrte Heranziehung von Arbeitern aus Russisch-Polen und die Erschliessung neuer Gebiete (Litauen und Wolhynien) in Betracht kommen. Voraussetzung für alle diese Möglichkeiten sei freilich die gründliche Regelung der ganzen Frage durch Staatsvertrag von Reich zu Reich mit der Richtung, der Bedürfnisbefriedigung der deutschen Arbeitsbetriebe eine möglichst gesicherte und freie Gestaltung zu geben.

Nach diesen Darlegungen einer Persönlichkeit, die über weitgehendste Sachkunde verfügt, könnte man freilich über die erste Zeit unmittelbar nach dem Kriege einigermassen beruhigt sein, namentlich wenn beim Kriegsende in den Friedensverhandlungen dafür gesorgt wird, dass keine Unterbrechung in dem Zustrom von Wanderarbeitern eintreten kann. Indessen sind doch mancherlei Schwierigkeiten noch zu berücksichtigen. Die Zukunft Polens ist durchaus ungewiss. Einerlei ob es autonom oder in irgend einer Form an Deutschland angegliedert wird, sicher werden Bestrebungen auftauchen, das bisherige System der Wanderarbeit zu durchlöchern oder ganz zu beseitigen. Man denke nur daran, dass die Polen auf wirtschaftlichem Gebiete schon Beweise einer grosszügigen, sich abschliessenden Organisationsfähigkeit gegeben haben. Sobald sie grössere Freiheit und Beweglichkeit der Betätigung in irgend einer Form erhalten, werden sie ohne Zweifel versuchen, davon den ihnen in ihrem völkischen Interesse zweckmässig erscheinenden Gebrauch zu machen, z. B. durch eine Art innerer Kolonisation. Dass diese bei der Bedürfnislosigkeit der Polen bedeutend schneller und wirksamer wie bei uns vor sich gehen würde, kann nicht zweifelhaft sein.

Die einfache Folgerung aus solchen Überlegungen führt dahin, dass die deutsche Landwirtschaft ihre bisherigen Bestrebungen, Arbeitskräfte heranzuziehen, immer noch weiter ostwärts fortsetzen müsste, und dann läge es im Bereich der Möglichkeit, dass wir schliesslich beim Kuli ankommen würden. Man braucht sich diese Konsequenz nur vorzustellen, um sofort einzusehen, dass einem derartigen Entwicklungsgang mit allen Kräften entgegengearbeitet werden muss.

Aber wie? Naheliegend ist hierbei an den stärkeren Ausbau der inneren Kolonisation zu denken. Gewiss hat diese ihre grosse Bedeutung und nichts liegt mir ferner, als die bisher geleistete Arbeit irgendwie verkleinern oder herabsetzen zu wollen. Zweierlei ist aber dabei zu berücksichtigen, einmal das Zeitmafs, in dem die innere Kolonisation erfolgen kann und das nach den bisherigen Erfahrungen ein ziemlich langsames ist, dann die Form der Siedelung. Wenn man kleinere Besitzer ansiedelt, haben sie ständig das sehr begreifliche Bestreben, ihre Wirtschaft zu vergrössern, selbständig und von der Lohnarbeit unabhängig zu werden. Nach dieser Richtung wirkt also die innere Kolonisation, wie Professor Ehrenberg-Rostock mehrfach sehr richtig hervorgehoben hat, statt vermehrend gerade entgegengesetzt, vermindernd auf den Arbeiterstamm ein. Ihre Bedeutung wird damit nicht verkleinert, denn sie schafft, indem sie eine weitgehende Gliederung der Besitzgrössen einführt, die soziale Stufenleiter, die unumgänglich notwendig ist, um das allmähliche Aufsteigen der tüchtigsten Volkselemente zu gewährleisten.

Dass die Heimstätten-Siedelung in vielen Gegenden nicht den gewünschten Erfolg hat, liegt daran, dass viel Arbeiter die dadurch bewirkte Gebundenheit und Abhängigkeit scheuen, zumal auch eine geschickte Agitation die damit verbundenen Nachteile wirksam hervorgehoben hat.

Beide Siedelungsformen (Kleinbesitz und Eigenheim) verlangen auch schon ein nicht unbeträchtliches eigenes Vermögen, das in vielen Fällen nicht zur Verfügung steht. Es gilt mithin noch eine einfachere Stufe zu finden, die für die ländliche Arbeiterbevölkerung leicht erreichbar ist. Diese glaubt die schon erwähnte Studienkommission in der sogen. „Pachtsiedelung“ gefunden zu haben. Ihr Wesen besteht darin, dass den Arbeiterfamilien neben preiswerten Mietswohnungen auch preiswertes Land zur Verfügung gestellt wird, um eine Grundlage für eine eigene Viehhaltung zu haben. Das Land ist zweckmässig Gemeindeland und zwar so viel, dass die Familien, die solches Pachtland begehren, es auch erhalten können. Es darf nicht dem freien Wettbewerb bei der Verpachtung unterliegen, sondern muss zu einem angemessenen Pachtzins zur Verfügung gestellt werden. Voraussetzung dafür ist demnach, dass die Gemeinden selbst Landbesitz haben oder solchen erwerben können. Letzten

Endes bedeutet dies die teilweise Umkehrung der Stein-Hardenbergschen Agrarreform. Damals wurde die Allmende, der Gemeinbesitz, aufgeteilt, heute soll er dort, wo er nicht mehr zur Verfügung steht, wieder neu geschaffen werden. Man braucht darüber nicht zu spotten oder von mangelnder Folgerichtigkeit zu reden. Was vor hundert Jahren richtig und zweckmässig war, kann heute unter ganz veränderten Verhältnissen nicht mehr das allein Zutreffende sein. Im Gegenteil! Je mehr man Abstand von einer bestimmten Entwicklungsstufe nehmen kann, desto eher kann man neben den Schattenseiten auch die Lichtseiten erkennen und ruhig würdigen. Und dass die Allmende neben ihren vielen damaligen Nachteilen auch Vorteile, namentlich in sozialer Hinsicht hatte, diese Erkenntnis ist allmählich wohl ziemlich allgemein geworden.

Ob den Gemeinden der nötige Gemeindebesitz zur Verfügung gestellt werden kann, steht noch dahin. Weitere Untersuchungen und Erhebungen der Studienkommission sollen die Frage klären. Der Prüfung und Beachtung ist sie sicherlich wert, wie alle mit der Siedelung zusammenhängende Fragen noch ständig der Bearbeitung bedürfen, wie immer wieder die Erfahrungen, Beobachtungen, Feststellungen mit ihren Folgerungen und mit allgemeinen Erwägungen und Überlegungen zusammengestellt werden müssen, bis man die richtigen Wege, die zum erwünschten Erfolge führen können, gefunden hat.

Die grössten Schwierigkeiten und Bedenken in der ganzen Ansiedelungsfrage sehe ich immer noch darin, dass die Siedelung nur langsam voran geht, viel Zeit gebraucht und dann, dass sehr erhebliche Mittel dafür aufgebracht werden müssen. Wenn man die wirtschaftlichen Gesichtspunkte überhaupt sehr scharf ins Auge fasst, bemerkt man bald, dass sie vielfach viel zu wenig beachtet werden, und man ist versucht, angesichts mannigfacher Vorschläge und Anregungen mit dem Dichter zu sagen:

„Leicht beieinander wohnen die Gedanken,
Doch hart im Raume stossen sich die Sachen."

Deshalb verdienen auch die Anregungen, die nüchtern gewisse, mit der Ansiedelung und der Arbeiterfrage zusammenhängende wirtschaftliche Fragen aufwerfen, mehr Beachtung, als ihnen bisher zuteil geworden ist. Gewiss entspricht es nicht jedermanns Geschmack, die Kinderaufzucht als ein Rechenexempel

zu behandeln, aber wie die Verhältnisse im Leben nun einmal liegen, kann man an den Kosten, die die Erziehung der Kinder machen, nicht achtlos vorüber gehen. Je höher diese Kosten steigen, desto lästiger wird jeder Familienzuwachs empfunden und desto eher wird die Bevölkerung geneigt sein, sich Beschränkungen aufzuerlegen.

Nun verursachen die Kinder nicht nur ihren Eltern beträchtliche Kosten, sondern auch dem Gemeinwesen, innerhalb dessen die Familie lebt. Im Jahre 1910 wies schon Ökonomierat STEIGER in einem Vortrage im land- und forstwirtschaftlichen Hauptverein Göttingen darauf hin, dass für jede einzelne Persönlichkeit, die im Dorfe aufgezogen wird und dann in die Stadt abwandert, ein Aufwand von nahezu 1000 Mark der Landgemeinde entzogen und der Stadt ohne irgend welche Gegenleistung zugeführt wird. Man kann es deshalb wohl verstehen, dass teilweise die Landgemeinden der Siedelung mit gemischten Gefühlen gegenüberstehen, da sie sich sagen müssen, dass die Besiedelung für sie eine, unter Umständen recht beträchtliche finanzielle Belastung mit sich bringt. Oberpräsident VON BATOCKI-Königsberg und Freiherr VON ZEDLITZ UND NEUKIRCH haben darum auch einen Ausgleich der Kultur- und Schul-Lasten und Armenlasten angeregt, namentlich durch Bildung grösserer Verbände. Dr. SCHIELE-Naumburg, ein unermüdlicher Vorkämpfer treffender rassehygienischer Ideen, ist noch weiter gegangen und fordert eine Übernahme der ganzen Schullasten durch den Staat, aber ohne den Staat damit stärker zu belasten, denn die 300 Millionen, die in Preussen zur Deckung von Schulausgaben verwendet werden müssen, sollen dadurch aufgebracht werden, dass jeder Einkommensteuerzahler je nach seiner Steuerkraft einen gleichmässigen Anteil an den Staat abführen muss. Der Staat würde dann dieses Geld pro Kopf des Kindes mit 55 Mark an die Gemeinden wieder auszahlen, also sozusagen jeder Gemeinde ihre Leistung auf dem Gebiete der Kindererziehung bar bezahlen, ein ausserordentlich praktischer und fruchtbarer Gedanke!

Dass er eine innere Berechtigung hat, ergibt sich schon daraus, dass zurzeit namentlich die ländlichen und ärmeren Gemeinden von ihren Ausgaben für Schulen entweder gar keinen oder nur einen geringen wirtschaftlichen Vorteil haben.

Hätte die Anregung Dr. Schiele's Aussicht, verwirklicht zu werden, würde damit die Möglichkeit geschaffen, noch eine andere Idee der Verwirklichung näher zu führen, die ich bereits mehrfach ausgesprochen habe. Ich gehe aus von den neuerdings immer mehr in den Vordergrund getretenen Bestrebungen, die heranwachsende Jugend zu ertüchtigen, zu kräftigen und zu fördern, damit sie späterhin für den gewählten Beruf eine grössere Leistungs- und Widerstandsfähigkeit mit sich bringt. Das heutige Verfahren, dass die Kinder mit 14 Jahren, wenn ihre körperliche Entwicklung noch lange nicht abgeschlossen ist, in die Fabriken und den Handwerksbetrieb hineingehen, ist biologisch höchst unzweckmässig. Wenn sie aber in den Jahren von 14—17, also in den wichtigsten Entwicklungsjahren, statt in den staubigen Fabriken oder in engen Räumen, nur in der frischen Luft, in der Landarbeit beschäftigt werden dürfen, würden sie sich viel mehr kräftigen und späterhin den Anstrengungen und Aufreibungen ihrer beruflichen Arbeit und des Stadtlebens viel besser gewachsen sein, als bisher. Insofern hat die Allgemeinheit ein grosses Interesse an solcher Umgestaltung. Ich sehe auch darin nur eine Konsequenz unserer Kinderschutzgesetzgebung, die man ohne irgend welche Bedenken nach dieser Richtung hin erweitern könnte.

Die Landwirtschaft würde dabei allerdings den grossen Vorteil haben, junge, willige Arbeitskräfte in ausreichender Zahl zur Verfügung zu haben und die Wanderarbeiter wären entbehrlich. Diese Einrichtung würde auch ohne grosse Kosten durchzuführen sein. Wir brauchten nicht darauf zu warten, bis viele Landstellen neu geschaffen und bedeutende Kapitalien in den Bau und die Herstellung der Kleinsiedelungen gesteckt wären. Die jungen Leute würden, soweit sie nicht bei ihren Eltern verbleiben könnten, sich ebenso unterbringen lassen, wie die Saisonarbeiter.

Keineswegs soll damit die heranwachsende Jugend gewaltsam in den Beruf als Landarbeiter hineingepresst werden. Ich halte es vielmehr für dringend notwendig, dass ihr Gelegenheit gegeben wird, ihre besonderen Fähigkeiten zu entwickeln und sich, wie bisher, auch für einen gewerblichen Beruf vorzubilden. Der einfachste Weg dafür würde sein die Errichtung von Arbeitsschulen im Sinne des Münchener Schulrates Dr. Kerschensteiner. Der Hauptunterricht müsste dann allerdings

in die Wintermonate verlegt werden, wo er aber so ausgiebig gestaltet werden könnte, dass die 17jährigen Leute schon ein gut Teil dessen lernten, was sie sonst während ihrer bisherigen Lehrzeit gelernt haben. Die Aufbringung der Mittel für die Arbeitsschulen würde bei Befolgung der Vorschläge von Dr. Schiele keine Schwierigkeiten machen.

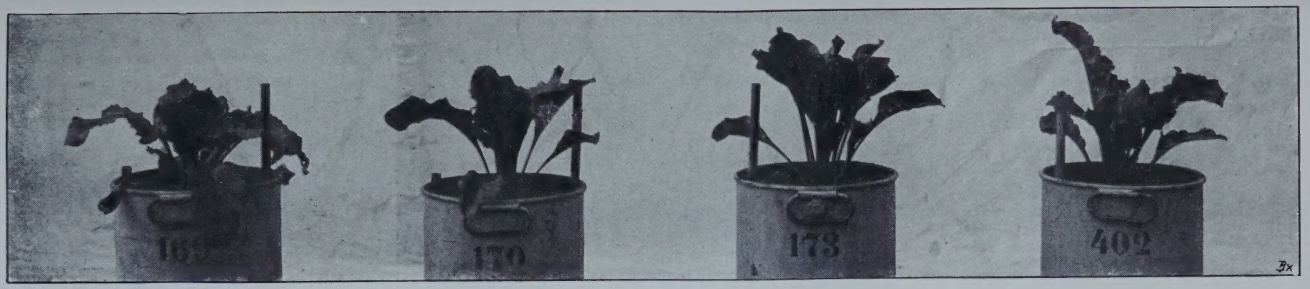
Ob man nun meinen Vorschlag für zweckmässig und durchführbar hält oder nicht, die Hauptsache ist, dass man sich über die Wichtigkeit und Notwendigkeit einer umfassenden Lösung der landwirtschaftlichen Arbeiterfrage klar wird. Anscheinend gibt es überhaupt kein einzelnes, überall anwendbares und durchführbares Mittel, um die Frage restlos zu lösen. Es müssen vielmehr eine ganze Reihe von Faktoren zusammen wirken. Indessen scheint doch allmählich die Ansicht durchzudringen, dass man mit kleinen Mitteln nicht zum Ziele kommt. Es bedarf umfassender und entschlossener Massnahmen seitens der Allgemeinheit, des Staates und der Korporationen, wie sie oben angedeutet sind.[1]) Die Zeit ist dafür günstiger wie je. Das Hauptziel muss dabei sein, die Schaffung und Erhaltung eines genügend zahlreichen Arbeiterstandes und Beseitigung der ausländischen Wanderarbeiter innerhalb eines nicht zu langen Zeitraumes. Nur dadurch ist es möglich, die Produktivität der deutschen Landwirtschaft zu steigern und die wirtschaftliche Selbständigkeit unserer Volksgemeinschaft zu erhalten, sowie die rassenhygienische Grundlage zu schaffen, die den dauernden Bestand des Volkes gewährleistet.

Gelingt es uns nicht, dieses Ziel zu erreichen, werden alle Massnahmen, die in betriebswirtschaftlicher Hinsicht anwendbar sind, wie die vermehrte Maschinenanwendung, die zeitweilige Heranziehung von Handarbeitern aus anderen Berufskreisen, der zeitweilige Zuzug sonst nicht Berufstätiger (Soldaten, Studenten, Schüler),[2]) zwar hier und da Erleichterungen ermöglichen, aber keineswegs auf die Dauer eine gesteigerte Erzeugungsfähigkeit der deutschen Landwirtschaft sichern können.

---

[1]) Erinnert sei daran, dass schon vor mehreren Jahrzehnten Geheimrat von der Goltz-Bonn in einer Reihe gehaltvoller Schriften die möglichen Wege zur Lösung der Arbeiterfrage darlegte. Leider hat man sich nur zögernd zu den von ihm geforderten grosszügigen Massnahmen entschliessen können.

[2]) Diese Massnahmen hat besonders Dr. Stieger empfohlen.



Natrium-Nitrat Chlor-Ammonium

Natrium-Nitrat Chlor-Ammonium

Arbeiten aus dem landwirtschaftlichen Versuchsfelde der Universität Göttingen.

I. Düngungs-Versuch mit Chlorammonium.

Von

C. von SEELHORST mit Assistenz von H. VOIGT.

(Hierzu Taf. II.)

Herr Prof. Precht in Hannover regte bei mir an, Düngungsversuche mit Chlorammonium zu machen. Er ging dabei von dem Gedanken aus, dass es infolge des durch den Krieg bewirkten Mangels an Schwefelsäure[1]) nötig sein könne, eine andere Säure zur Bindung des Ammoniaks bei der Fabrikation der Ammoniakdünger zu verwenden und dass die Salzsäure oder Chlorwasserstoffsäure dazu besonders geeignet sei, falls Chlorammonium als brauchbares Düngemittel befunden würde.

Die Aussicht auf einen guten Erfolg schien allerdings nach den Keimversuchen, die Dr. Rusche[2]) bei verschiedenen Salzdüngungen angestellt hatte, gering zu sein. Es hatten gekeimt bei Düngung:

(Siehe die Tabelle auf S. 24.)

Die Keimenergie aller zum Vergleich herangezogenen Pflanzen ist durch Chlorammonium im Vergleich mit schwefelsaurem Ammoniak also sehr stark herabgesetzt und die Keimfähigkeit stark vermindert. Besonders empfindlich haben sich die Kleearten, die Lupine und die Serradella gezeigt, deren Keimenergie und Keimfähigkeit auch durch schwefelsaures Ammoniak stark gelitten hatte.

[1]) Nach einer Notiz der Deutschen Tageszeitung, Nr. 572, 1915, scheint es gelungen zu sein, Schwefelsäure auch aus Gips und Kieserit zu einem Preise herzustellen, der den Preis derjenigen Schwefelsäure nicht übersteigt, zu dem sie aus ausländischen Kiesen erzeugt wurde. Zur Errichtung von Fabriken zur Herstellung von Schwefelsäure aus Gips und Kieserit soll nach derselben Notiz das Reich $3^1/_2$ Millionen Mark zur Verfügung gestellt haben.

[2]) Beeinflussung der Keimfähigkeit verschiedener Kulturpflanzen durch Salzdüngung. Dissertation, Göttingen 1912. — Journal für Landwirtschaft 1912, S. 305, 347.

	Nach Tagen	Mit Chlorammonium %	Mit schwefelsaurem Ammoniak %	Nach Tagen	Mit Chlorammonium %	Mit schwefelsaurem Ammoniak %
Roggen . . .	5	0	12.50	8	93.75	98.75
Weizen . . .	5	0	7.50	10	76.25	90.00
Gerste	5	0	0	10	86.25	85.00
Hafer	8	62.5	86.25	11	80.00	87.50
Rüben	6	0	12.50	9	12.50	206.25
Erbsen . . .	6	0	16.25	11	47.50	98.75
Vietsbohnen . .	5	0	42.50	10	52.50	97.50
Rotklee . . .	4	0	21.25	10	0	52.50
Weissklee . .	5	0	32.50	13	0	37.50
Bastardklee . .	5	0	10.00	14	0	43.75
Luzerne . . .	3	0	20.00	8	5.00	52.50
Lupine . . .	6	0	31.25	14	17.50	43.75
Serradella . .	5	0	3.75	15	25.00	58.75
Raps	4	15.0	66.25	11	41.25	91.25

Trotz dieser Erfahrung bin ich sofort auf den Gedanken eingegangen, weil ich mir sagte, dass in der Tat infolge der Hinderung der Einfuhr schwefelhaltiger Erze ein Mangel an Schwefelsäure zu befürchten sei, weil die Produktion solcher Erze im Inland bei weitem nicht genüge, den Bedarf an Schwefelsäure zu decken.

Die Versuche wurden in grösserem Umfang angesetzt:

1. in 40 gemauerten, in die Erde versenkten, 1 qm im Querschnitt, 1.30 m in der Tiefe messenden Kästen;
2. in 20 in die Erde versenkten Blechzylindern;
3. in 48 Vegetationsgefässen von ca. 20 kg Inhalt.

1. Die Versuche in den gemauerten Kästen.

10 Kästen waren mit Leinetalboden, 10 mit Buntsandsteinboden, 10 mit Röthboden und 10 mit Gipskeuperboden gefüllt. Es sind dies die Bodenarten der Umgebung von Göttingen. Da die Kästen unten nicht geschlossen sind, lagerte der eingefüllte Boden auf dem gewachsenen.

Sämtliche 40 Kästen erhielten am 13. April eine Grunddüngung mit je 20 g Superphosphat und 15 g schwefelsaurem Kali; die 10 Buntsandstein-Kästen ausserdem eine Düngung von 40 g kohlensaurem Kalk. Die Differenzdüngung geht aus der

folgenden Skizze hervor, in welcher „C.“ 16.6 g Chlorammonium und „S.“ 20 g schwefelsaures Ammoniak bedeutet.

C.	S.	C.	S.	C.	S.	C.	S.	Gerste
S.	C.	S.	C.	S.	C.	S.	C.	
C.	S.	C.	S.	C.	S.	C.	S.	Kartoffeln
S.	C.	S.	C.	S.	C.	S.	C.	
C.	S.	C.	S.	C.	S.	C.	S.	Rüben
I Leinetalboden		II Buntsandstein		III Röthboden		IV Gipskeuperboden		

Die Bestellung fand nach gründlicher Bearbeitung des Bodens am 14. Mai statt.

Beim Aufgang und während der Entwicklung der Pflanzen waren Unterschiede nicht zu erkennen. Die Grösse der Ernte zeigen folgende Zahlen in Gramm:

A. Gerste.

I. Leinetalboden.

	1.		2.		Mittel	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
Chlorammonium . .	234	274	280	322	257.0	298.0
Schwefels. Ammoniak	264	290	275	299	269.5	294.5
Chlorammonium gegen schwefels. Ammoniak	− 30	− 16	+ 5	+ 23	− 12.5	+ 3.5

II. Buntsandsteinboden.

Chlorammonium . .	142	146	184	184	163	165.0
Schwefels. Ammoniak	140	150	158	177	149	163.5
Chlorammonium gegen schwefels. Ammoniak	+ 2	+ 4	+ 26	+ 7	+ 14	+ 1.5

III. Röthboden.

Chlorammonium . . .	318	320	360	393	339	356.5
Schwefels. Ammoniak .	326	333	318	345	322	339.0
Chlorammonium gegen schwefels. Ammoniak	− 8	− 13	+ 42	+ 48	+ 17	+ 17.5

IV. Gipskeuperboden.

	1.		2.		Mittel	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
Chlorammonium . . .	276	322	293	353	284.5	337.5
Schwefels. Ammoniak .	280	330	232	250	256.0	290.0
Chlorammonium gegen schwefels. Ammoniak	— 4	— 8	+ 61	+ 103	+ 28.5	+ 47.5

B. Kartoffeln.

I. Leinetalboden.

	1.	2.	Mittel
Chlorammonium	2210	2146	2178
Schwefelsaures Ammoniak	2610	2814	2712
Chlorammonium gegen schwefels. Ammoniak	— 400	— 668	— 534

II. Buntsandsteinboden.

Chlorammonium	1392	1650	1521
Schwefelsaures Ammoniak	1720	1532	1626
Chlorammonium gegen schwefels. Ammoniak	— 328	+ 118	— 105

III. Röthboden.

Chlorammonium	3084	2550	2817
Schwefelsaures Ammoniak	2800	2810	2805
Chlorammonium gegen schwefels. Ammoniak	+ 284	— 260	+ 12

IV. Gipskeuperboden.

Chlorammonium	2580	2740	2660
Schwefelsaures Ammoniak	1880	2294	2087
Chlorammonium gegen schwefels. Ammoniak	+ 700	+ 446	+ 573

C. Rüben.

	I. Leinetalboden.		II. Buntsandsteinboden.	
	Rüben	Blatt	Rüben	Blatt
Chlorammonium	9580	2420	4640	2080
Schwefelsaures Ammoniak	8100	2080	4700	2030
Chlorammonium gegen schwefels. Ammoniak	+ 1480	+ 340	— 60	+ 50

	III. Röthboden.		IV. Gipskeuperboden.	
	Rüben	Blatt	Rüben	Blatt
Chlorammonium	11120	3220	9360	2570
Schwefelsaures Ammoniak	10550	3000	10600	2920
Chlorammonium gegen schwefels. Ammoniak	+ 570	+ 220	— 1240	— 350

Die eben mitgeteilten Erntezahlen lassen im allgemeinen zu wünschen, die Parallelversuche zeigen zum Teil grosse Abweichungen. Infolge dessen lassen auch die Durchschnittsresultate keine sicheren Schlüsse zu. Trotzdem ist wohl die Annahme gerechtfertigt, dass die Wirkung des Chlorammoniums keinenfalls gegen die des schwefelsauren Ammoniaks zurücksteht.

2. Die Versuche in den in die Erde versenkten Blechzylindern.

Diese Versuche sollten der Ermittelung der Frage dienen, ob die Wirkung vom Chlorammonium durch die Zeit der Unterbringung des Salzes beeinflusst wird. Es lag nämlich die Möglichkeit vor, dass das Chlor schädlich wirken könne, wenn die Unterbringung kurz vor der Aussaat geschieht, während es bei früher Düngung durch Auswaschung aus der Ackerkrume unschädlich sein würde.

Der Versuch wurde in 20 in die Erde versenkten Blechzylindern von 65 cm Durchmesser und 120 cm Tiefe ausgeführt. Je 4 dieser waren mit demselben Boden gefüllt, so dass mithin 5 verschiedene Bodenarten zur Prüfung kamen.

Je 2 Zylinder aller Bodenarten wurden am 28. April, die beiden anderen am 17. Mai mit folgenden Düngemitteln versehen: 13.2 g Chlorammonium, 10 g Superphosphat und 7.5 g schwefelsaures Kali. Als Versuchspflanze wurde Mais gewählt. Die Aussaat erfolgte an je 5 Pflanzstellen zu jedesmal 3 Körnern am 17. Mai. Die Pflanzen gingen am 25. Mai mit Ausnahme der Pflanzen auf den mit Diluvialdecksand gefüllten Zylindern auf, die erst in den ersten Tagen des Juni, nachdem ein durchdringender Regen gefallen war, erschienen. Das Weitere geht aus der folgenden Zusammenstellung hervor:

Boden	Düngung am 28. April. Ernte in Gramm			Düngung am 17. Mai. Ernte in Gramm		
	1.	2.	Mittel	3.	4.	Mittel
Diluvialdecksand	420	414	417	420	398	409
Diluviallehm auf Mischsand	430	500	465	402	510	456
Buntsandstein	410	440	425	542	442	492
Mittlerer Muschelkalk . .	508	634	571	562	555	558
Kohlenkeuper	552	601	576	602	535	567
			Mittel: 491			Mittel: 496

Auch bei diesem Versuch stimmen die Ernten der gleich behandelten Gefässe schlecht überein. Sie lassen aber doch den sicheren Schluss zu, dass das unmittelbar vor der Saat untergebrachte Chlorammonium nicht anders gewirkt hat als das 14 Tage früher gegebene.

3. Der Topfversuch in Vegetationsgefässen von 20 kg Erdinhalt.

Bei diesem Versuch sollte gleichzeitig einmal die Wirkung des Chlorammoniums im Vergleich mit der des Natronsalpeters, dann wie bei 2. festgestellt werden, ob die Zeit der Unter-

bringung der Salze und die Art der Pflanzen, zu denen sie gegeben werden, Einfluss auf ihre Wirksamkeit haben. Die für den Versuch gewählten Pflanzen waren Hafer, Rüben und Kartoffeln. Die am 24. April gegebene Grunddüngung zu Hafer und Rüben bestand aus 1.5 g Superphosphat und 3.1 g 40 %igem Salz, zu Kartoffeln aus 1.5 g Superphosphat und 2.4 g schwefelsaurem Kali. Die Differenzdüngung wurde in 9.1 g Natronsalpeter und 5.7 g Chlorammonium gegeben.

Über die Zeit der Aussaat unterrichten die folgenden Tabellen, in welchen zugleich das Gewicht der Ernte der einzelnen Gefässe in Gramm aufgeführt ist.

I. Hafer.

Salpeter-Düngung.

Aussaat am 26. April.				Aussaat am 14. Mai.			
Topf Nr.	Total-Ernte	Korn-Ernte	Wurzel-Masse	Topf Nr.	Total-Ernte	Korn-Ernte	Wurzel-Masse
157	118.0	48.51	18.7	159	60.0	20.20	13.80
158	120.5	52.79	13.5	160	80.5	31.92	11.02
Mittel:	119.2	50.65	16.1	Mittel:	70.2	26.06	12.41

Chlorammonium-Düngung.

Aussaat am 26. April.				Aussaat am 14. Mai.			
Topf Nr.	Total-Ernte	Korn-Ernte	Wurzel-Masse	Topf Nr.	Total-Ernte	Korn-Ernte	Wurzel-Masse
161	125.5	53.63	18.06	165	83.0	30.68	12.95
162	116.0	56.94	17.70	166	76.5	29.52	10.41
163	130.0	53.99	14.02	167	70.5	26.64	9.55
164	125.0	53.93	15.50	168	87.5	25.96	13.60
Mittel:	124.1	54.62	16.32	Mittel:	79.4	28.20	11.64

II. Rüben.

Salpeter-Düngung.

Aussaat am 28. April.			Aussaat am 14. Mai.		
Topf Nr.	Rüben	Blatt	Topf Nr.	Rüben	Blatt
169	500	432	171	168	480
170	532	336	172	310	380
Mittel:	516	384	Mittel:	239	430

Chlorammonium-Düngung.

Aussaat am 28. April.			Aussaat am 14. Mai.		
Topf Nr.	Rüben	Blatt	Topf Nr.	Rüben	Blatt
173	420	536	177	eingegangen	
174	544	370	178	"	
175	390	524	179	330	460
176	410	360	180	eingegangen	
Mittel:	441	446	Mittel:	330	460

III. Kartoffeln.

Salpeter-Düngung.

Aussaat am 28. April.			Aussaat am 14. Mai.		
Topf Nr.	Kartoffeln	Kraut	Topf Nr.	Kartoffeln	Kraut
181	240	46	185	372	50
182	546	48	186	421	43
183	412	42	187	468	40
184	530	66	188	482	46
Mittel:	432	50	Mittel:	436	45

Chlorammonium-Düngung.

Aussaat am 28. April.			Aussaat am 14. Mai.		
Topf Nr.	Kartoffeln	Kraut	Topf Nr.	Kartoffeln	Kraut
189	440	64	197	300	30
190	618	54	198	380	22
191	560	86	199	400	42
192	532	50	200	272	30
193	474	48	201	362	28
194	492	50	202	432	44
195	494	44	203	372	36
196	536	52	204	342	32
Mittel:	518	56	Mittel:	358	33

Ganz sichere Schlüsse sind auch aus diesen Zahlen nicht zu ziehen, weil die Ernten der Kontrollgefässe zu stark voneinander abweichen. Die besten Vergleichsergebnisse zeigt der am 26. April ausgesäete Hafer. Hiernach hat Chlorammonium denselben Ertrag gebracht wie Natriumnitrat. Die Ernten der Kontrollgefässe, welche am 14. Mai besäet sind, stimmen wenig überein. Trotzdem wird auch hier der Schluss gerechtfertigt sein, dass die Wirkung der beiden zur Verwendung gekommenen Stickstoffdünger nicht wesentlich verschieden ist. Der starke Minderertrag dieser Ernten im Vergleich mit den Ernten der Aussaat vom 26. April lässt sich auf 2 Ursachen zurückführen. Einmal wirkt bei gleicher Pflanzenzahl die späte Aussaat an sich ernteverminderd, weil die Pflanzen weniger Zeit zur Bestockung haben. Dann ist es wahrscheinlich, dass die mit der ganzen Erde der Töpfe gemischten Salze sich infolge der Wasserverdunstung der Erde in den obersten Bodenschichten bis zur Zeit der Aussaat in einem solchen Maſse konzentriert haben, dass eine Schädigung der ersten Entwicklung der Pflanzen dadurch eingetreten ist. Der Einfluss der verschiedenen Düngung auf die Wurzelentwicklung des Hafers ist scheinbar nicht verschieden. Ein sicheres Urteil verbietet die geringe Übereinstimmung der Wurzelgewichte der Kontrollgefässe.

Bei den natronbedürftigen Rüben scheint bei früher Aussaat der Natronsalpeter etwas günstiger auf den Ertrag an Rüben gewirkt zu haben als das Chlorammonium, während dieses anscheinend die Blattentwicklung mehr begünstigt hat.

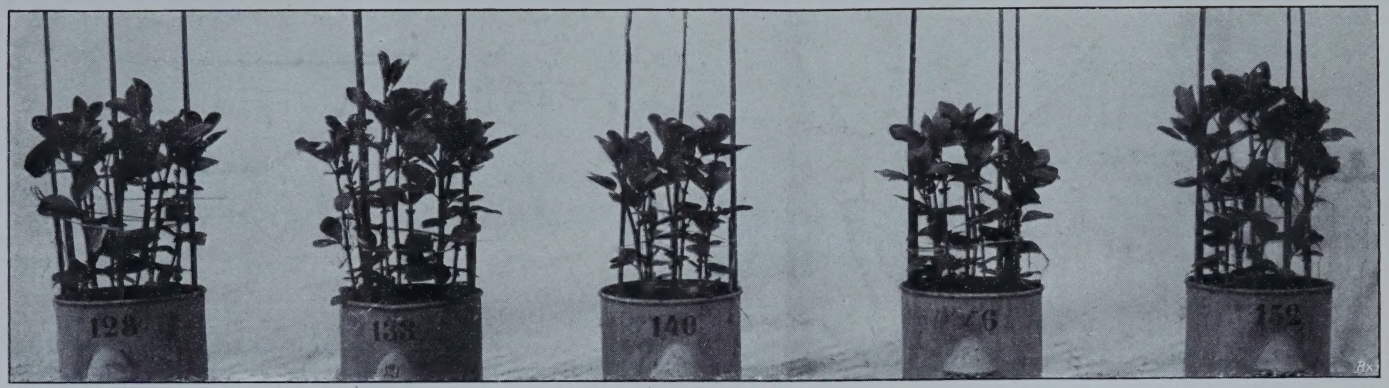
Bei der späten Aussaat nach der Düngung mit Chilisalpeter ist die Blatternte grösser, die Rübenernte geringer gewesen als bei der frühen Aussaat. Die in Chlorammonium-Düngung stehenden Rüben haben sich nur auf einem Topf normal entwickelt, auf den 3 übrigen sind sie bald nach der Keimung verkümmert. Ich führe das auf die eben erwähnte Konzentration der Düngesalze in der obersten Erdschicht zurück, gegen welche die Rüben besonders empfindlich sind. Ich schliesse dies auch aus den eingangs erwähnten Keimversuchen des Dr. Rusche.

Auf die Kartoffel scheint, wie zu erwarten war, bei früher Aussaat das Chlorammonium besser gewirkt zu haben als der Chilisalpeter, während bei später wohl aus dem wiederholt angeführten Grunde das Umgekehrte der Fall war.

Der Unterschied der Einwirkung der Zeit der Unterbringung der Salze auf die Erträge der Zylinder-Versuche (unter 2.) und der eben besprochenen Topfversuche erklärt sich dadurch, dass bei jenen die Düngemittel tief untergebracht sind, während sie bei diesen mit der ganzen Erde des Topfes gemischt sind und somit von vornherein auch in der obersten Erdschicht sich befanden. Zudem konnte in den Zylindern eine Konzentration der Salze in den oberen Schichten nicht erfolgen, weil die atmosphärischen Niederschläge dem entgegen wirkten, während in den Töpfen, welche diesen entzogen waren, die Wasserverdampfung der beim Füllen der Töpfe feuchten Erde die Salze in die Saatschicht gebracht hat.

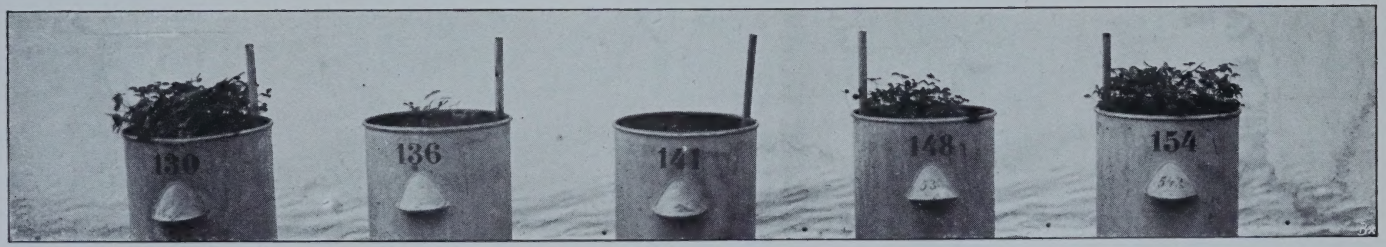
Auch die dritte Versuchsreihe hat gezeigt, dass das Chlorammonium ein recht brauchbares Stickstoffdüngemittel ist. Es scheint hier fast dem Chilisalpeter gleichwertig zu sein. Aus der ersten Versuchsreihe ist zu schliessen, dass es wenigstens dem schwefelsauren Ammoniak gleichwertig ist.

Diese Ergebnisse stehen in Einklang mit den von anderer Seite gemachten Angaben. So sagt Schneidewind in einem Aufsatz in den Mitteilungen der D. L.-G. 1916 Stück 2 auf Grund zahlreicher Versuchsergebnisse: „Das Chlorammonium zeigt dieselbe Wirkung wie das schwefelsaure Ammoniak.“



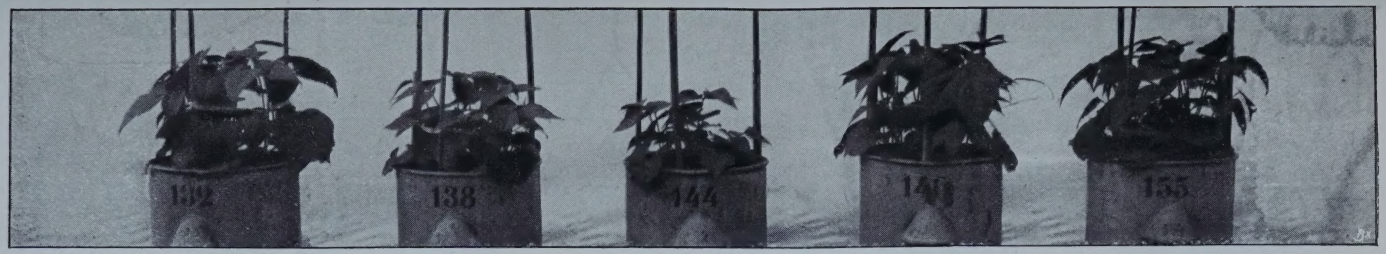
Ohne Kali | Einf. Kainit | Dopp. Kainit | Einf. 40% K-Salz | Dopp. 40% K-Salz

Pferdebohnen



Ohne Kali | Einf. Kainit | Dopp. Kainit | Einf. 40% K-Salz | Dopp. 40% K-Salz

Rotklee



Ohne Kali | Einf. Kainit | Dopp. Kainit | Einf. 40% K-Salz | Dopp. 40% K-Salz

Vietsbohnen

Ohne Kali | Einf. Kainit | Dopp. Kainit | Einf. 40% K-Salz | Dopp. 40% K-Salz

Hafer

Verlag von Paul Parey in Berlin.

Ohne Kali | Einf. Kainit | Dopp. Kainit | Einf. 40% K-Salz | Dopp. 40% K-Salz

Sommergerste.

Ohne Kali | Einf. Kainit | Dopp. Kainit | Einf. 40% K-Salz | Dopp. 40% K-Salz

Noë Sommerweizen

Verlag von Paul Parey in Berlin.

II. Kali-Düngungsversuche.

Von

Prof. v. SEELHORST mit Hilfe von cand. agr. VOIGT.

(Hierzu Taf. III—V.)

Beobachtungen, welche gelegentlich der Untersuchungen von Dr. Rusche über Keimungsschädigungen durch Salze gemacht waren, führten dazu, nachzuprüfen, ob und wie weit solche durch Düngung mit Kainit und mit 40 %igem Salz bei verschiedenen Pflanzen sich geltend machen würde.

Zu diesem Zweck wurden 60 grosse, 18 kg Erde fassende Vegetationsgefässe mit gewöhnlichem Leinetalboden gefüllt. 30 dieser Gefässe, welche für den Anbau von Hafer, Gerste und Noë-Sommerweizen bestimmt wurden, erhielten eine Grunddüngung von 9.1 g Natriumnitrat und 1.5 g Superphosphat. Die zweiten 30 Gefässe, welche Pferdebohnen, Rotklee und Vietsbohnen tragen sollten, wurden mit einer Grunddüngung von 3 g Natriumnitrat und 1.5 g Superphosphat versehen.

Von den zehn für je eine Frucht bestimmten Gefässen erhielten je zwei keine Kalidüngung, zwei 10 g Kainit, zwei 20 g Kainit, zwei 3.1 g 40 %iges Salz, zwei 6.2 g 40 %iges Salz.

Die Düngung wurde mit der ganzen Erde jedes Gefässes gründlich gemischt. Die Aussaat des Getreides erfolgte am 23. April, die der Schmetterlingsblütler am 26. April.

Die Vegetationsbeobachtungen am 17. Mai ergaben, dass die Empfindlichkeit von Klee und Vietsbohnen gegen Kainit sehr bedeutend ist. Der Klee wollte trotz wiederholten Nachsäens nicht ordentlich aufgehen und blieb auf den Gefässen mit starker Kainitdüngung ganz aus. Die Vietsbohnen mussten auch mehrmals infolge der starken Keimschädigung besonders durch die Kainitdüngung nachgelegt werden. Im Gegensatz zum Kainit hatte das 40 %ige Salz den Klee nur wenig und die Vietsbohnen gar nicht geschädigt.

Die Pferdebohnen waren durch die schwache Kainitdüngung scheinbar gar nicht, durch die starke etwas geschädigt. Das 40 %ige Salz hatte in beiden Gaben vorzüglich auf sie gewirkt. Die beifolgenden Bilder (Taf. III) sind etwas später aufgenommen und zeigen die erste Einwirkung nicht mehr in voller Weise.

Bei dem Hafer und Sommerweizen ist die schwache Kainitdüngung von wesentlichem Einfluss nicht gewesen, die starke hat aber entschieden geschadet. Die Gerste hat im Gegensatz dazu von der starken Kainitdüngung scheinbar Nutzen gehabt. Das 40 %ige Salz hat scheinbar bei allen Getreidearten sowohl in der schwachen wie in der starken Gabe nützlich gewirkt.

Die Erntefeststellung ergab folgendes:

Düngung	Topf Nr.	Trockenernte total g	Trockenernte Korn g	Wurzelgewicht g	Topf Nr.	Trockenernte total g	Trockenernte Korn g	Wurzelgewicht g	Topf Nr.	Trockenernte total g	Trockenernte Korn g	Wurzelgewicht g
A. Schmetterlingsblütler.		Pferdebohnen				Rotklee				Vietsbohnen		
Grunddüngung	127	72.0	7.5	22.75	129	42.0	—	28.10	131	40.0	32.1	8.9
	128	78.0	20.3	27.65	130	59.0	—	56.92(?)	132	32.0	29.6	6.5
Grunddüngung + 10 g Kainit	133	78.0	3.7	19.15	135	25.0	—	11.20	137	40.0	31.5	9.4
	134	74.0	14.2	22.62	136	28.0	—	14.85	138	40.0	33.9	7.6
Grunddüngung + 20 g Kainit	139	74.0	6.3	18.02	141	—	—	—	143	32.0	26.4	7.2
	140	78.0	8.8	15.80	142	—	—	—	144	37.0	29.8	8.2
Grunddüngung + 3.1 g 40% Salz	145	86.0	44.0	31.82	147	53.0	—	35.42	149	47.0	35.7	10.7
	146	100.0	34.0	39.12	148	48.0	—	31.97	150	41.0	32.0	8.8
Grunddüngung + 6.2 g 40% Salz	151	82.0	40.2	22.20	153	54.0	—	53.60	155	37.0	32.5	6.4
	152	82.0	38.0	17.75	154	70.0	—	66.71	156	42.0	31.2	11.8
B. Halmfrüchte.		Hafer				Gerste				Noë-Sommerweizen		
Grunddüngung	97	122.5	53.5	—	99	28.7	11.0	5.50	101	87.4	32.2	—
	98	81.2	35.2	—	100	25.4	10.8	8.17	102	97.5	37.1	—
Grunddüngung + 10 g Kainit	103	107.0	47.3	—	105	26.8	12.0	5.25	107	89.5	36.0	—
	104	94.5	40.0	—	106	28.5	10.6	5.83	108	94.6	34.3	—
Grunddüngung + 20 g Kainit	109	82.6	33.2	—	111	32.8	14.1	6.43	113	78.5	30.6	—
	110	92.6	36.8	—	112	33.0	12.0	6.55	114	51.8	14.5	—
Grunddüngung + 3.1 g 40% Salz	115	142.0	62.1	—	117	30.4	10.8	6.72	119	96.3	39.9	—
	116	108.0	39.3	—	118	50.7	19.4	8.45	120	94.3	32.7	—
Grunddüngung + 6.2 g 40% Salz	121	124.0	56.1	—	123	44.5	17.2	9.15	125	83.3	29.7	—
	122	125.0	55.8	—	124	50.7	23.0	8.17	126	103.3	33.3	—

Wenn auch durch das häufige Nichtübereinstimmen der Kontroll-Untersuchungen die gewonnenen Ergebnisse nicht sicher

sind, so lässt sich doch, wenn man alle überschaut, folgendes mit genügender Sicherheit feststellen:

1. Die Schmetterlingsblütler.

a) Die Pferdebohnen. (Taf. III.)

Die Kainitdüngung hat in der Höchstgabe etwas schädigend gewirkt. Das lässt sich allerdings nur mit geringer Sicherheit sowohl aus dem Vergleich der Durchschnittszahlen wie aus dem Vergleich der Höchstzahlen schliessen. Mit grösserer Sicherheit ist dies aus dem Vergleich der Wurzelgewichte zu schliessen. Das 40 %ige Salz hat im Gegensatz zum Kainit sowohl bei der schwachen wie auch bei der starken Düngung eine so bedeutende Ernteteigerung, besonders der Kornernte gebracht, dass ein Irrtum gänzlich ausgeschlossen ist. Besonders interessant ist die sehr bedeutende Vermehrung des Wurzelgewichtes bei der schwachen Salzdüngung, während bei der starken Salzdüngung die Wurzelmasse wieder geringer ist.

b) Der Rotklee. (Taf. III.)

Bei dem Rotklee hat die geringe Kainitdüngung, wie schon die Vegetationsbeobachtung zeigte, stark schädigend, die grössere Kainitgabe zerstörend gewirkt. Das 40 %ige Salz hat eher nützlich als schädlich gewirkt. Mehr lässt sich aus den Zahlen nicht ableiten.

c) Die Vietsbohne. (Taf. IV.)

Die Ernte nach Kainitdüngung entspricht nicht ganz der mitgeteilten Vegetationsbeobachtung. Nach dieser hätte sie besonders nach der starken Kainitdüngung geringer ausfallen müssen. Der Widerspruch erklärt sich daraus, dass die Pflanzen die in der Jugend durch die Düngung erlittenen Schädigungen fast ganz überwunden haben.

Deutlich tritt der Nutzen der Düngung mit 40 %igem Salz hervor, der sich besonders wieder in der starken Wurzelentwicklung der Pflanzen zeigt.

2. Die Getreidearten. (Taf. IV unten und V.)

Aus den Zahlen der Getreideernten kann mit Sicherheit nur geschlossen werden, dass die einfache Kainitdüngung eine deutliche Einwirkung auf den Ertrag nicht ausgeübt, dass die doppelte Düngung dagegen Hafer und Noë-Sommerweizen, nicht

aber die Gerste geschädigt hat. Das 40 %ige Salz hat sowohl in der kleinen wie in der grossen Gabe den Hafer- und Gerstenertrag etwas gesteigert, während sein Nutzen beim Noë-Weizen nicht deutlich erkennbar ist. Leider konnten die Wurzelauswaschungen nur bei Gerste durchgeführt werden. Sie ergaben kein klares Bild. Scheinbar hat das 40 %ige Salz ebenso wie bei den Hülsenfrüchten die Wurzelentwicklung befördert.

Aus dem Angeführten ergibt sich, dass bei den vorliegenden Versuchen die frische Kainitdüngung die Entwicklung der Pflanzen schädlich beeinflusst hat. Die Resultate dieses Versuches können aber keine unmittelbare Anwendung auf die Praxis finden. Der Grund liegt klar. In den Vegetationsgefässen kann eine Auswaschung des Kainits nicht stattfinden. Er wird im Gegenteil infolge der Wasserverdunstung sich immer wieder in den obersten Schichten der Erde konzentrieren und dadurch besonders schädlich wirken. Im freien Felde wird die Möglichkeit der Ansammlung der Salze in den obersten Schichten ja auch vorhanden sein — man sieht sogar nicht selten, dass bei trockenem Wetter ein Auskristallisieren der Salze an der Oberfläche stattfindet —, meist jedoch werden die überschüssigen Salze relativ schnell ausgewaschen werden.

Zur Ermittelung, in welchem Mafse dies geschehen kann, wurde ein zweiter Versuch in der Weise angesetzt, dass in einem Teil der Versuchsgefässe die Möglichkeit der Auswaschung durch Durchlöcherung des Bodens gegeben wurde. Ein anderer Teil der Gefässe blieb unten geschlossen.

In jeder der beiden Abteilungen wurden 12 Gefässe aufgestellt, die in 4 Reihen zu je 3 Gefässen eingeteilt wurden. Das erste Gefäss jeder Reihe hatte lediglich eine Grunddüngung von 3 g Natriumnitrat und 1.5 g Superphosphat, das zweite ausser dieser 10 g, das dritte 20 g Kainit erhalten.

Die Gefässe wurden zuerst mit je 5 l Wasser begossen. Später war ein Begiessen nicht mehr nötig, weil reichliche Niederschläge fielen, denen die Gefässe ausgesetzt wurden.

Nach Verlauf von 3 Wochen (Mitte August) wurden je 3 Gefässe beider Abteilungen mit Hafer, Pferdebohnen, Vietsbohnen und Rotklee bestellt, welche bis zu der Ende Oktober vorgenommenen Ernte nicht zur vollen Entwicklung gekommen sind.

Die Erntezahlen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt mit Ausnahme der Ernte des Hafers, der so früh von Mehltau

befallen wurde, dass er nicht zu einer normalen Entwicklung kommen konnte.

Düngung	Boden geschlossen			Boden durchlöchert		
	Trockenernte g	Wurzelgewicht g	Knöllchenbesatz	Trockenernte g	Wurzelgewicht g	Knöllchenbesatz
1. Pferdebohnen.						
Grunddüngung .	60.0	12.6	stark, besonders an den Hauptwurzeln	38.0	14.4	stark, besonders an den Hauptwurzeln
Grunddüngung + 10 g Kainit	68.0	15.5		54.0	13.6	
Grunddüngung + 20 g Kainit	60.0	15.5		58.0	14.3	
2. Vietsbohnen.						
Grunddüngung .	13.3	7.2	starker Besatz	13.9	6.4	starker Besatz an sämtlichen Wurzeln
Grunddüngung + 10 g Kainit	13.9	3.2	Knöllchen fehlen	13.2	6.3	
Grunddüngung + 20 g Kainit	8.5	2.6		10.4	6.2	
3. Klee.						
Grunddüngung .	13.2	15.6	sehr kleine Knöllchen	10.9	14.0	überall kleine Knöllchen vorhanden
Grunddüngung + 10 g Kainit	9.0	11.2	ebenso, aber in geringerer Zahl	11.0	13.6	
Grunddüngung + 20 g Kainit	0.9	3.2		13.1	14.5	

Aus den Ernteergebnissen ist mit Sicherheit zu schliessen, dass die Vietsbohnen und besonders der Klee, welche in den unten geschlossenen Gefässen standen, schon durch die einfache Kainitdüngung merklich, durch die starke in hohem Mafse geschädigt sind. Die Schädigung erstreckt sich in gleicher Weise auf die oberirdische Substanz wie auf die Wurzeln. Die Pferdebohnen haben dagegen auch die starke Kainitdüngung gut vertragen. Das Ergebnis der Versuche dieser Reihe deckt sich also mit dem Ergebnis des zuerst beschriebenen Versuches.

Auf den Töpfen mit dem durchlöcherten Boden finden wir bei den Vietsbohnen und dem Rotklee ebenso wenig eine Schädigung durch die Kainitdüngung wie bei den Pferdebohnen. Zu bemerken ist, dass der Rotklee im Oktober durch Mehltau gelitten hatte.

Der Versuch zeigt deutlich, dass eine Schädigung der gegen Kainit besonders empfindlichen Früchte des Rotklees und der Vietsbohne durch Kainitdüngung nicht eintritt, sobald die Ackerkrume durch wiederholte Niederschläge von den überschüssigen Salzen befreit wird. Interessant ist noch eine über den Knöllchenbesatz der Wurzeln gemachte Beobachtung. Die Wurzeln der Vietsbohnen der Gefässe mit durchlöchertem Boden zeigten einen starken Knöllchenbesatz sowohl nach kainitfreier Düngung wie nach Kainitdüngung. Die Wurzeln der Vietsbohnen der Gefässe mit geschlossenem Boden zeigten dagegen den gleichen Knöllchenbesatz nur, wenn eine Kainitdüngung nicht gegeben war. Nach einer solchen fehlten die Wurzelknöllchen gänzlich.

Beim Rotklee waren die Unterschiede weniger deutlich. Die Wurzeln des Klees von sämtlichen Gefässen mit durchlöchertem Boden und auch die aus dem Topf mit geschlossenem Boden, der eine Kainitdüngung nicht erhalten hatte, waren durchweg mit feinen Knöllchen besetzt. Solche fanden sich auch, aber in viel geringerem Maſse, an den Wurzeln der undurchlässigen, mit Kainitdüngung versehenen Gefässe.

Die Pferdebohnen hatten auch in bezug auf den Knöllchenbesatz Unterschiede nicht ergeben. Sowohl auf dem durchlässigen wie auch auf dem undurchlässigen Boden ohne und mit Kainitdüngung zeigten ihre Wurzeln einen starken Besatz mit starken Knöllchen besonders an den Hauptwurzeln.

Arbeit aus dem agrikultur-chemischen Institut der Universität Göttingen.

Beiträge zur Klärung der „Manganfrage".

Von

PAUL EHRENBERG und KARL SCHULTZE, Göttingen,

unter Benutzung einiger von CONRAD VON SEELHORST gütigst zur Verfügung gestellten Versuche.

In der Absicht, auch von seiten des agrikultur-chemischen Instituts der Universität Göttingen einen, natürlich den gegenüber anderen Instituten ähnlicher Art stark beschränkten eigenen Mitteln desselben entsprechend, sehr bescheidenen Beitrag zur Klärung der „Manganfrage" beizubringen, sind die nachfolgend beschriebenen Versuche in den Jahren 1912, 1913 und 1914 durchgeführt worden. Bislang nicht veröffentlichte Versuche der Jahre 1908 und 1909 wurden uns dann noch von Herrn Geheimrat C. VON SEELHORST zur anschliessenden Verwertung freundlichst überlassen. Sie eigneten sich um so mehr hierzu, als sie den unseren völlig gleiche Ergebnisse erbracht hatten. VON SEELHORST hatte seinerzeit auf die Veröffentlichung verzichtet, weil seine Versuche, ohne im geringsten zu weiterer Prüfung der Manganwirkung zu ermutigen, ihm doch zu einer besonderen Veröffentlichung nicht umfassend genug erschienen. —

Eine umfassende Würdigung der bisherigen Literatur über die Wirkungen des Mangans und seiner Verbindungen auf die landwirtschaftlich genutzten Pflanzen glauben wir um so eher unterlassen zu können, als zu dem ersten zusammenfassenden Überblick, den ADOLF MAYER in seiner „Ernährung der grünen Gewächse", sechste Auflage[1]), gab, sich noch vor nicht allzulanger Zeit eine eingehendere Betrachtung vieler der bisherigen Arbeiten durch TH. PFEIFFER und E. BLANCK[2]) gesellt hat; beide sind vor anderen Aufzählungen[3]) der bei Arbeiten über die Manganwirkung erzielten Erfolge durch die anscheinend nicht überall erwünschte, deshalb aber nicht minder notwendige Kritik ausgezeichnet. Auch eine zweite, jüngere Arbeit von PFEIFFER

[1]) Lehrbuch der Agrikulturchemie Bd. 1 (1905), S. 303 u. f.

[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77 (1912), S. 33.

[3]) Zum Beisp. H. VAGELER, Landw. Versuchs-Stat. Bd. 88 (1916), S. 159.

und BLANCK[1]) bringt noch einige wichtige Ergänzungen. Ferner liegen Untersuchungen von B. SCHULZE-Breslau aus dem soeben vergangenen Jahre vor,[2]) die erwünschterweise durch Versuche von O. FALLADA und I. K. GREISENEGGER ergänzt werden.[3]) Diese Auswahl aus der neuesten Literatur mag hier ausreichen, in den Gegenstand einzuführen, und wird näher zu besprechen sein. Im übrigen mag noch auf einen zusammenfassenden Vortrag von G. BERTRAND in der Abteilung für Agrikulturchemie des 8. internationalen Kongresses für angewandte Chemie in New York hingewiesen werden,[4]) und auf einige Angaben in einem Überblick über agrikultur-chemische Arbeiten der letzten Jahre von dem einen von uns.[5]) Auch Arbeiten von P. ANDOUARD, A. CARLIER, F. MACH, O. MUNERATI, G. MEZZADULI und T. V. ZAPPAROLI, H. VAGELER und J. A. VOELKER werden gelegentlich noch zu erwähnen sein, ohne dass damit die reichhaltige Literatur der neuesten Zeit erschöpft wäre.

TH. PFEIFFER und E. BLANCK finden nun in ihren beiden Arbeiten, von gelegentlich später zu berücksichtigenden, fesselnden Einzelheiten abgesehen, dass Mangansalze eine geringe, günstige Wirkung auf die Entwicklung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen auszuüben vermögen,[6]) indessen nicht in einem Umfange, dass ihr unter Berücksichtigung der etwa entstehenden Düngeunkosten eine praktische Bedeutung beigemessen werden könnte. Dieser letzten Folgerung entspricht zum Beispiel auch das praktische Ergebnis, das ein mir bekannter Landwirt vor einigen Jahren mit einem für teueres Geld bezogenen Mangandünger in seiner Feldmark erzielt zu haben glaubt.[7])

Die beiden anderen bereits angeführten Arbeiten finden weitaus stärkere Erfolge der Mangandüngung als PFEIFFER und BLANCK. Sie führen beide als Versuchspflanze die Zuckerrübe

---

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 257.

[2]) Ebenda Bd. 87 (1915), S. 1.

[3]) Österr.-Ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft Bd. 44 (1915), S. 379.

[4]) Vergl. Chemiker-Zeitung 1912, S. 1130; Origin. Commun. 8. Internat. Cong. Appl. Chem., Washington and New York, Bd. 15 (1912), Sect. VII, S. 37.

[5]) Chemiker-Zeitung, Sonderdruck aus Nr. 90—103 (1914), S. 15; Sonderdruck aus Nr. 72 und 75 (1915), S. 12: P. EHRENBERG, Fortschritte auf dem Gebiete der Agrikulturchemie.

[6]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77 (1912), S. 65; Bd. 83 (1914), S. 280.

[7]) Herr Amtsrat B. CREYDT auf Harste, Post Lenglern, Südhannover.

ein, und da Pfeiffer und Blanck wesentlich Hafer verwendeten, so würden wir mühelos als zeitgemässes Wissen verkünden dürfen, dass Mangansalze bei Hafer weniger, aber bei Rüben recht deutlich auf die Förderung des Wachstums Einfluss nehmen, und zwar auf dem Wege der Reizwirkung. Denn B. Schulze stellt, ohne sich einigen Mängeln seiner Versuche zu verschliessen,[1]) fest, dass „sonach kein Zweifel bestehen kann, dass die Mangandüngung die Rübenpflanzen zu einer erhöhten Wurzelbildung gebracht hat".[2]) Und O. Fallada und I. K. Greisenegger finden ihre „Resultate trotz mancher Mängel wenigstens in gewisser Hinsicht zu eindeutig, als dass wir befürchten müssten, bei einer Wiederholung der Versuche zu wesentlich anderen Ergebnissen zu kommen", und „stehen daher nicht an, dieselben als nicht ganz wertlose Anhaltspunkte für die Beurteilung der vorliegenden Frage anzuführen".[3]) Da zu solcher erfreulichen Einschätzung der Versuche deren Übereinstimmung im Ergebnis hinzukommt, und auch nicht in Abrede zu stellen ist, dass z. B. B. Schulze sich als vorsichtiger Bewerter seiner Versuche zeigt, indem er deren Ausnutzung für die Praxis auf dem Wege einer Rentabilitätsberechnung ablehnt,[4]) wie gleichfalls Fallada und Greisenegger auf die Schwierigkeit hinweisen, die Grenze der zu erhoffenden Höchstwirkung einzuhalten,[5]) so sollte damit weitere Kritik füglich zum Schweigen kommen. Ist es doch auch nicht so schwer, aus der Geschichte der Landwirtschaftswissenschaften, wie der Wissenschaft im allgemeinen nachzuweisen, wie wenig erwünscht eingehendere Kritik gelegentlich manchen nicht unbedeutenden Fachkreisen, und wie wenig vorteilhaft sie nicht selten dem, der sie ausübte, gewesen ist.

Nur die doch öfters bei wissenschaftlichen Arbeiten neuerer Zeit zu machende Beobachtung, dass Forscher und Kritiker zusammen immerhin gelegentlich mehr sehen, als der erste allein, und dass so nicht selten doch zuletzt das Wort der Kritik das Bleibende ist, oder wenigstens seine Daseinsberechtigung nach-

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 5.

[2]) Ebenda S. 8.

[3]) Österr.-Ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft Bd. 44 (1915), S. 380.

[4]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 10.

[5]) Österr.-Ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft Bd. 44 (1915), S. 386, 388.

weisen konnte,[1]) mag uns Mut machen, auch hier die Grundsteine des Gebäudes auf ihre Dauerhaftigkeit und Sicherheit zu prüfen.

Wir beginnen mit der **Arbeit von B. SCHULZE.**

Nach diesem Forscher war bei der Anwendung von Manganonitrat der höchste Mehrertrag seiner Versuche erzielt worden. „Es darf als ausser Zweifel gestellt gelten, dass es sich bei dieser Leistung nicht um eine Stickstoffwirkung handeln kann, denn der Stickstoffbedarf der Rüben war durch Bodenbeschaffenheit und Düngung völlig gedeckt. Überdies hätte dann eine weitere Erhöhung der Mangannitratgabe nicht, wie geschehen, eine starke Herabsetzung des Mehrertrages herbeiführen können. Die leichte Aufnahmefähigkeit dieses Mangansalzes hat vielmehr ersichtlich bei grösseren Gaben eine minder gute Leistung verursacht.“ [2])

Dem letzten Satze scheint folgende Überlegung gegenüber zu stellen zu sein:

6.1 g Manganosulfat gleich 1.5 g Mn erbrachten nach B. SCHULZE[3]) im Mittel[4])

593 g frische Rüben, 534 g frische Blätter, zusammen 1128 g frische Ernte;
± 25.91 ± 8.09 ± 31.95

154 g trockene Rüben, 99 g trockene Blätter, zusammen 253 g trockene Ernte.
± 8.09 ± 3.61 ± 8.86

12.5 g Manganonitrat gleich 2.4 g Mn erbrachten nach B. SCHULZE im Mittel

525 g frische Rüben, 674 g frische Blätter, zusammen 1199 g frische Ernte;
± 18.56 ± 10.74 ± 21.30

130 g trockene Rüben, 115 g trockene Blätter, zusammen 245 g trockene Ernte.
± 4.34 ± 3.32 ± 5.46

---

[1]) Ich empfehle, beispielsweise zu vergleichen: Landw. Jahrbücher Bd. 35 (1906), S. 1 und Zentralblatt für Bakteriologie, 2. Abteilung, Bd. 20 (1907), S. 121 einerseits, Mitteilungen der Landw. Institute der Universität Breslau Bd. 3 (1906), S. 899 und Bd. 4 (1909), S. 723 andererseits; weiter Zeitschrift der Landwirtschaftskammer für die Provinz Schlesien Bd. 13 (1909), S. 249 und Fühlings Landw. Zeitung Bd. 58 (1909), S. 388, sowie Bd. 59 (1910), S. 266 einerseits, und Fühlings Landw. Zeitung Bd. 59 (1910), S. 12 sowie ebendort S. 267 andererseits; jeder Fachgenosse wird andere Beispiele kennen.

[2]) B. SCHULZE, a. a. O. S. 5.

[3]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 6 und 7.

[4]) Später wird zu besprechen sein, ob für die von B. SCHULZE erhaltenen Werte eine Mittelbildung ohne Berücksichtigung der den Ergebnissen anhaftenden Schwankungen angängig ist, wie dieser Forscher, vergl. a. a. O. S. 5, selber glaubt. Wir haben hier die wahrscheinlichen Schwankungen ergänzt.

Das heisst, 12.5 g Manganonitrat gleich 2.4 g Mn brachten annähernd die gleiche Ernte — etwas mehr an frischer, etwas weniger an trockner Masse, — wie eine 1.5 g Mn entsprechende Gabe von Manganosulfat.

Da in der für B. Schulzes Gefässe in Betracht kommenden Wassermenge sowohl die Gabe von Manganosulfat, wie von Manganonitrat vollständig löslich gewesen sein muss,[1]) so erscheint es zum wenigsten nicht als aus Schulzes Zahlen beweisbar, dass „die leichte Aufnahmefähigkeit“ des Manganonitrats „ersichtlich bei grösseren Gaben eine minder gute Leistung verursacht hat“. Denn in recht hoher Gabe hat das Nitrat immer noch die gleiche Gesamtwirkung erzielt, wie das Sulfat in einer Menge, in der es bei Pfeiffer und Blancks zweiter Versuchsreihe, soweit ein Vergleich möglich ist, den Höchsterfolg erreichte.

Hierzu noch ein Wort der Erklärung. Pfeiffer und Blanck finden bei[2])

0.125 g	Mn	fürs	Gefäss	(mit	Ausschaltung)	mehr	8.1 g	Gesamttrockenernte,		
0.250 „	„	„	„	„	„	„	10.4 „	„		
1.000 „	„	„	„	„	„	„	14.3 „	„		
1.750 „	„	„	„	„	„	„	5.3 „	„		

verwenden indessen reinen Odersand als Erdboden. B. Schulze hat dagegen nicht nur 20 kg Boden gegenüber 17 kg bei Pfeiffer und Blanck, sondern ein aus 1 Teil Odersand, 1 Teil Lehm und 2 Teilen zerhacktem Kompost erhaltenen Mischboden, in dem zweifellos zu einem gewissen Teile Umwandelungen zu erwarten waren, und auch eingetreten sein dürften, wie Pfeiffer und Blanck sie in ihrer zweiten Arbeit schon ihrem Rosenthaler Lehmboden zuschreiben.[3]) Da B. Schulze nun 1.5 g Mn als Manganosulfat benutzte, so wird in Anbetracht der Bodeneinwirkung dessen Einfluss auf die Ernte dem des einen Gramms Mangan bei Pfeiffer und Blanck mit gewisser Berechtigung

---

[1]) Nach V. Rothmund, Löslichkeit und Löslichkeitsbeeinflussung (Leipzig 1907, S. 127), löst sich

Manganonitrat bei 25.8° mit 165.7 g wasserfreien Salzes in 100 Teilen Wasser,
Manganosulfat „ 20° „ 62.8 „ „ „ „ 100 „ „
Manganonitrat „ 18° „ 134.4 „ „ „ „ 100 „ „ .

Die letzten Angaben auch nach Miolati, Abeggs Handbuch der anorganischen Chemie Bd. 4 (1913), II, S. 756.

[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 265.

[3]) Ebenda S. 269.

gleich zu setzen sein, soweit man nach Lage der Dinge überhaupt Vergleiche anstellen kann.

Wir brachten diese ganzen Ausführungen nur zu dem Zweck, um zu zeigen, dass die für die Besonderheiten der Wirkungen des Manganonitrats von B. SCHULZE angeführte Begründung noch Raum für reichliche Zweifel lässt, die dadurch nicht geringer werden, dass nach SCHULZE die mittlere Gabe von 9.4 g Nitrat gleich 1.8 g Mn die Ernte stärker herabgedrückt hat, als die höchste Gabe mit 2.4 g Mn. Wie hier, so liegen auch an anderen Orten der Arbeit B. SCHULZES Zahlenwerte und Ergebnisse vor, die an der Hand der kurzen zusammenfassenden Besprechung des Forschers selbst keine uns befriedigende Erläuterung finden. Hierin soll natürlich keinerlei Vorwurf liegen, denn, wie wir später noch öfters zu ermitteln Gelegenheit finden werden, sind B. SCHULZES Untersuchungen über die Manganwirkung bei Zuckerrüben durch Arbeitsüberhäufung infolge des Kriegs stark in Mitleidenschaft gezogen worden. Um so mehr aber mag es daher uns gestattet sein, das von dem Forscher selbst aus Zeitmangel gewiss nur recht ungern Unterlassene zur allgemeinen Klärung nachzuholen.

Im folgenden wollen wir demnach versuchen zu zeigen, wie wir an die Aufklärung der Erntewerte von B. SCHULZE gehen würden, wenn wir sie bei unseren Versuchen erhalten hätten. Allerdings sei dazu vorausgeschickt, dass die Art und Weise, wie bei SCHULZE die Trockenernte zur Feststellung kam, unter gewöhnlichen Verhältnissen wohl auch von ihm nicht angewendet worden wäre, da sie gar zu unzureichend erscheint. Nur der Not gehorchend, da wegen des Ausbruchs des Krieges die Arbeit an den Versuchen weitgehend beschränkt werden musste,[1]) hat sich der genannte Forscher dann wohl schweren Herzens dazu entschlossen, nicht nur auf die Feststellung der Trockenmasse an sich zu verzichten, sondern sich auch mit recht unsicheren Werten für die lufttrockene Erntemasse zu begnügen.

Jeder von uns Fachgenossen hat solche Schwierigkeiten, die mit dem Ausbruch des Krieges zusammenhängen, sei es hier, sei es dort, empfinden müssen, so dass sie uns auch dann nur zu sehr erklärlich sind, wo sie, wie hier, den Wert sonst vielleicht lehrreicher Versuche beeinträchtigen. B. SCHULZE hat gewiss

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 4.

mehr als irgend ein Anderer diese empfindliche Schädigung seiner eigenen Versuche erkannt und beklagt. Denn um eine empfindliche Schädigung dürfte es sich handeln. Dafür sprechen manche der mitgeteilten Zahlen. Wenn zum Beispiel einmal

640 g frische Rübenwurzeln 164 g trockenen Rübenwurzeln,

und in derselben Reihe dann

770 g frische Rübenwurzeln 169 g trockenen Rübenwurzeln

entsprechen sollen, wenn ferner

532 g frische Rübenwurzeln 143 g trockenen Rübenwurzeln,

und in der gleichen Reihe dann

638 g frische Rübenwurzeln 147 g trockenen Rübenwurzeln

entsprechen; wenn weiter in zwei anderen Reihen 430 und 513 g frische Rübenwurzeln die gleiche[1]) Menge an trockenen Rüben liefern, und ebenso 647 und 588 g frische Rüben, so liegt doch, zumal falls man das von B. Schulze notgedrungenerweise gewählte Verfahren der Trockenerntefeststellung[2]) berücksichtigt, der Argwohn sehr nahe, dass dies Notverfahren eben seinen Zweck leider nicht erfüllen konnte. Bieten doch sogar 770 g und 617 g frische Rüben die gleiche Trockenernte an Rübenmasse![3]) Ähnliche, wenn auch nicht ganz so starke Bedenken bieten sich für die Zahlen der Rübenblatternte. Auch hier finden wir, dass zum Beispiel 635 g frische Rübenblätter nach dem Trocknen 97 g trockne Blätter ergeben, während in einem anderen Fall 598 g frische Rübenblätter, also erheblich weniger an Gewicht, 131 g trockene Rübenblätter bringen.

Jeder, der mit ganzen Rüben, oder auch nur Rübenköpfen bei der Trocknung zu tun gehabt hat, weiss, wie mancherlei Hindernisse sich dabei in den Weg stellen. Verzichtet man wie B. Schulze[4]) in weiterem Umfange auf die Zerkleinerung[5]) der Rüben und Rübenköpfe, so darf man selbst bei recht lange dauernder Trocknung noch keineswegs annehmen, eine gleich-

[1]) Oder wenigstens fast die gleiche.

[2]) Vergl. oben S. 42.

[3]) Vergl. für alle diese Angaben B. Schulze, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 6.

[4]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 4.

[5]) Bei der Zerkleinerung der Rüben hat man wieder mit der Gefahr der Saftverluste und ähnlichen Schwierigkeiten zu tun, wird indessen doch einen anderen Weg für die Erzielung genauer Zahlen nicht einschlagen können. Unter Umständen zerkleinert man wohl vorsichtig während des Trocknens noch weiter.

mässige Trocknung der Rübe zu erzielen, da der Austritt des Wassers aus den inneren Teilen der Rübe, wenn diese aussen ziemlich trocken geworden ist, nur noch recht schlecht vonstatten geht. Sollte man aber wirklich weitgehende Entfernung des Wassers auch aus den innersten Teilen der Rübe durch besondere Massregeln haben erzielen können, so wird es natürlich keinesfalls gelingen, den nicht feiner zerkleinerten Rüben durch eintägiges Lagern an der Luft, wie dies B. SCHULZE versucht,[1]) einen gleichmässigen, dem Zustand der Lufttrockenheit entsprechenden Feuchtigkeitsgehalt durch ihre ganze Masse hindurch zu geben. Die Nachteile, welche durch diese Unzuträglichkeiten bedingt sein müssen, lassen sich natürlich nicht im einzelnen ermessen. Immerhin wird unserer Ansicht nach deswegen vielleicht auf die Frischernten SCHULZES ein grösseres Gewicht zu legen sein, als auf die Trockenernten. —

Zur kritischen Beurteilung des Wertes der einzelnen Versuchszahlen erscheint uns im Anschluss an nicht wenige Fachgenossen die Heranziehung einer Fehlerberechnung unentbehrlich und wir freuen uns aufrichtig, in dieser Hinsicht in B. SCHULZE einen Gesinnungsgenossen begrüssen zu können. Man sieht, wie die Überzeugung von der Bedeutung der kritisch-mathematischen Prüfung der erhaltenen Versuchsergebnisse sich immer mehr ausbreitet. Anders, als in der ihr eben zugrunde gelegten Bedeutung kann man jedenfalls wohl B. SCHULZES Äusserung, „aus dem gleichen Grunde (nämlich „weil dies an dem allgemeinen Ergebnis des Versuches nichts geändert hätte") ist auch die Berechnung der mittleren Schwankung unterblieben, und nur das arithmetische Mittel jeder Gruppe aufgeführt,"[2]) nicht verstehen.

Im Voraus würden wir indessen uns nicht in der Lage fühlen, bereits zu ermessen, ob die Ermittelung der den einzelnen Versuchswerten anhaftenden Fehler, oder besser gesagt, die Feststellung der den Versuchswerten eigentümlichen Schwankungen Einfluss auf die Schlussfolgerungen auszuüben vermag oder nicht; jedenfalls nicht bei den vorliegenden Werten. Und es war daher unsere erste Aufgabe, die den Durchschnittswerten B. SCHULZES zuzuschreibenden wahrscheinlichen Schwankungen auszumitteln, da wir aus früher gelegentlich besprochenen Gründen

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 4.
[2]) Ebenda S. 5.

Mangan fürs Gefäss	Ernte an Rübenwurzeln		Ernte an Rübenblättern		Gesamternte	
	Mittel frisch g	Mittel trocken g	Mittel frisch g	Mittel trocken g	Mittel frisch g	Mittel trocken g
Ohne Mangan	380 ± 23.60	93 ± 8.67	532 ± 72.12	94 ± 15.23	912 ± 75.88	187 ± 17.52
Desgl. mit Ausschalt. eines Gefässes	415 ± 4.38	106 ± 1.01	630 ± 50.21	111 ± 7.08	1044 ± 45.83	216 ± 6.06
Mangankarbonat mit Manganhydroxyd.						
11.7 g = 6.1 g Mn	455 ± 16.50	114 ± 4.90	652 ± 10.58	118 ± 2.16	1107 ± 19.60	232 ± 5.35
17.6 g = 9.1 g Mn	586 ± 20.62	146 ± 0.83	705 ± 40.90	125 ± 9.98	1291 ± 45.80	271 ± 10.02
23.4 g = 12.2 g Mn	579 ± 19.78	148 ± 5.19	568 ± 41.05	98 ± 6.74	1147 ± 45.57	246 ± 8.51
Mangannitrat (kristallisiert).						
6.25 g = 1.2 g Mn	737 ± 33.09	180 ± 8.93	580 ± 25.71	105 ± 3.71	1317 ± 41.90	285 ± 9.67
9.4 g = 1.8 g Mn	474 ± 16.22	115 ± 0.39	602 ± 30.24	115 ± 2.72	1076 ± 34.31	230 ± 2.75
12.5 g = 2.4 g Mn	525 ± 18.56	130 ± 4.34	674 ± 10.45	115 ± 3.32	1199 ± 21.30	245 ± 5.46
Manganphosphat.						
8.7 g = 3.0 g Mn	542 ± 26.15	140 ± 9.57	675 ± 11.67	119 ± 2.37	1217 ± 28.64	259 ± 9.86
13.1 g = 4.5 g Mn	598 ± 17.28	153 ± 3.27	616 ± 6.75	109 ± 3.94	1214 ± 18.55	262 ± 5.12
17.4 g = 6.0 g Mn	650 ± 17.86	166 ± 6.75	596 ± 17.32	115 ± 7.01	1246 ± 24.88	281 ± 9.73
Mangansulfat (kristallisiert).						
6.1 g = 1.5 g Mn	593 ± 25.91	154 ± 8.09	534 ± 18.70	99 ± 3.61	1127 ± 31.95	253 ± 8.86
12.2 g = 3.0 g Mn	541 ± 22.51	136 ± 8.02	520 ± 12.06	100 ± 4.56	1061 ± 25.54	236 ± 9.23
6.1 g Mangansulfat mit 9.0 g Aluminsulfat[1])	582 ± 16.67	154 ± 2.97	539 ± 15.23	112 ± 6.30	1117 ± 22.58	266 ± 6.96
12.2 g Mangansulfat mit 18.0 g Aluminsulfat[2])	673 ± 38.18	169 ± 10.78	509 ± 18.87	104 ± 1.01	1182 ± 42.59	273 ± 10.82

[1]) Enthält 1.5 g Mn und 0.73 g Al. [2]) Enthält 3.0 g Mn und 1.46 g Al.

diesen den Vorzug vor der Feststellung der mittleren Schwankungen zuerkennen. Die so erhaltenen Werte geben wir, dabei zugleich die Ergebnisse B. SCHULZES wiederholend, um so unserem Leser häufiges Nachschlagen zu ersparen, in der auf S. 45 abgedruckten Zusammenstellung.

Wir besprechen nun zunächst die Abweichungen innerhalb der verschiedenen, mit einzelnen Mangansalzen versehenen Versuchsreihengruppen B. SCHULZES:

Drei Versuchsreihen haben eine Düngung mit einem Gemisch von gleichen Teilen Manganihydroxyd und Manganokarbonat erhalten. Dabei ergaben sich folgende Unterschiede durch die benutzten, steigenden Mengen:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei 6.1 g Mn gegen 9.1 g Mn mehr durch die grössere Gabe .	131 g ± 26.41	32 g ± 4.97	53 g ± 42.25	7 g ± 10.21	184 g ± 49.82	39 g ± 11.83
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	105.64	19.88	168.60	40.84	199.28	45.40

Das heisst, der beobachtete Mehrertrag erscheint für frische wie trockene Rüben hinlänglich gesichert, dagegen äusserst zweifelhaft für frische wie trockene Blätter. Diese Unsicherheit für die Erzielung eines Mehrertrages bei den Blättern ist so erheblich, dass dadurch auch die Erhöhung des Gesamtertrages an frischer wie an trockener Masse als nicht völlig bewiesen erscheint, obwohl sie immer noch eine recht beträchtliche Wahrscheinlichkeit besitzt. Im ganzen ist hiernach zu sagen, dass durch die Erhöhung der Mangansalzgabe doch voraussichtlich auch in ähnlichen Fällen eine Steigerung der Ernte, und zwar besonders an Rüben, zu erwarten sein wird. Wurde die Mangansalzgabe weiter vermehrt, so ergab sich das folgende Bild:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei 6.1 g Mn gegen 12.2 g Mn mehr durch die grössere Gabe .	124 g ± 25.76	34 g ± 7.14	— 84 g ± 42.40	— 20 g ± 7.08	40 g ± 49.61	14 g ± 10.05
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	103.04	28.56	169.60	28.32	198.44	40.20

Auch hier ist der Mehrertrag durch die Mangangabe für die Ernte an frischen und trockenen Rüben als gesichert anzusehen. Der ganz deutlich zu beobachtende Minderertrag

an Blättern erscheint nicht ganz so unsicher wie der Mehrertrag daran bei der vorher besprochenen kleineren Mangangabe. Auch die Vermehrung der Gesamternte bleibt diesmal, und zwar erheblich mehr als bei 9.1 g Mangan, zweifelhaft. Dass eine Vermehrung des Ertrages durch die Steigerung der Verabreichung von Manganihydroxyd und Manganokarbonat über 9.1 g Mn hinaus nicht eingetreten ist, liegt ohne weiteres auf der Hand. Es kann höchstens die Frage aufgeworfen werden, ob eine Verminderung dadurch für die Ernte an Blättern und etwa für die Gesamternte nachgewiesen werden kann. Es ergab sich:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei 9.1 g Mn gegen 12.2 g Mn mehr durch die grössere Gabe .	— 7 g ± 28.57	2 g ± 5.25	— 137 g ± 57.95	— 27 g ± 12.04	— 144 g ± 64.62	— 23 g ± 13.15
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	114.28	21.00	231.80	48.16	258.48	52.60

Die Verminderung der Ernte durch Erhöhung der Mangangabe von 9.1 g auf 12.2 g wird fast stets von der doppelten, jedenfalls aber überall von der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung umfasst. Sie ist demnach nicht sicher nachweisbar, wenn auch vielleicht vorhanden. Jedenfalls scheint eine zweifellos günstige oder ungünstige Beeinflussung der Ernte durch die Erhöhung der Mangangabe von 9.1 auf 12.2 g nicht in Frage zu kommen, und die Steigerung von 6.1 auf 9.1 g Mangan hatte ja auch nur für den Rübenertrag eine sicher nachgewiesene Vermehrung bedingen können.

Die Wirkung der Mangangabe gegenüber der manganfreien Versuchsreihe wird später im Zusammenhang mit den anderen Versuchsreihen gewürdigt werden. Dies scheint umsomehr geboten, als die Schwierigkeiten einer klaren und möglichst wenig angreifbaren Deutung hier die grössesten sein dürften. Wir wenden uns daher zunächst der Betrachtung der drei mit Manganonitrat gedüngten Versuchsreihen zu:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei 1.2 g Mn gegen 1.8 g Mn mehr durch die grössere Gabe .	— 263 g ± 36.85	— 65 g ± 8.94	22 g ± 39.69	10 g ± 4.60	— 241 g ± 54.16	— 55 g ± 10.05
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	147.40	35.76	158.76	18.40	216.64	40.20

Durch die Erhöhung der Düngung von 1.2 g Mn auf 1.8 g Mn dürfte tatsächlich eine Benachteiligung der Ernte eingetreten sein. Denn nicht nur liegen die Verminderungen der Ernte an frischen wie an getrockneten Rüben weit über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinaus, die bei der Blatternte festgestellte Vermehrung des Ertrages findet sich zum Teil innerhalb der einfachen wahrscheinlichen Schwankung, ist demnach gänzlich unsicher, zum Teil aber wird sie beinahe von der doppelten wahrscheinlichen Schwankung umfasst. Die Gesamternte ergibt wieder eine zweifellose Minderernte. Damit erscheint die Ernteverminderung nahezu sicher nachgewiesen, wobei es übrigens zunächst noch unentschieden bleibt, ob das in der Düngung verabfolgte Mangan oder ein anderer Umstand die Ursache der Schädigung ist. Wir kommen hierauf zurück. Die noch höhere Düngung mit Manganonitrat brachte 2.4 g Mn in den Boden, daneben allerdings, was hier vorläufig nur ganz beiläufig erwähnt sei, in Form von Nitrat auch 1.2 g Stickstoff in das bereits mit 1.155 g Ammoniumnitratstickstoff gedüngte, seines erheblichen Kompost- und Lehminhaltes halber vielleicht auch so nicht ganz stickstoffarme Gefäss hinein. Die Wirkung gegenüber der niedrigsten Mangannitratgabe sei wieder in der folgenden Zusammenstellung eingehender betrachtet:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei 1.2 g Mn gegen 2.4 g Mn mehr durch die grössere Gabe .	— 212 g ± 37.94	— 50 g ± 9.93	94 g ± 27.75	10 g ± 4.98	— 118 g ± 47.00	— 40 g ± 11.11
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	151.76	39.72	111.00	19.92	188.00	44.44

Auch die noch stärkere Mangangabe hat gegenüber der geringsten, mit 1.2 g Mn als Manganonitrat, eine Verminderung der Ernte hervorgerufen. Freilich ist diese Verringerung nicht so einwandfrei zu erweisen wie bei der Gabe von nur 1.8 g Mn, was eigentlich Wunder nehmen muss. Jedenfalls haben wir hier bei der Düngung mit 2.4 g Mn als Manganonitrat zwar bei den Rüben, frischen wie trocknen, eine ausreichend über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinausliegende Verminderung, bei der Gesamternte jedoch wird die Schädigung durch die höchste Mangangabe bereits etwas undeutlich, wenn sie auch, besonders für die trockene Gesamternte, noch leidlich gesichert erscheint. Bei den trockenen Blättern liegt die in

derselben Weise wie bei der Gabe von 1.8 g Mn auftretende Ertragssteigerung gegenüber der schwächsten Mangandüngung noch nahezu innerhalb der doppelten wahrscheinlichen Schwankung, geht aber für die frischen Blätter über die dreifache wahrscheinliche Schwankung reichlich weit heraus. Hiernach kann die Möglichkeit, dass der Ertrag an Blättern durch die Steigerung der Gabe an Mangansalz gefördert worden ist, nicht ganz von der Hand gewiesen werden. Denn bereits oben hatten wir uns dahin äussern zu müssen geglaubt, dass nach Lage der Dinge die Frischernten der Rüben und Blätter, besonders aber der Rüben, hier mehr zu berücksichtigen sein dürften als die Trockenernten.

Wenden wir uns der Besprechung der mit Manganonitrat gedüngten Reihen weiter zu, so bliebe nur noch ein Vergleich der mittleren und der stärksten Mangandüngung übrig:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei 1.8 g Mn gegen 2.4 g Mn mehr durch die grössere Gabe .	51 g ± 24.65	15 g ± 4.36	72 g ± 31.99	0 ± 4.52	123 g ± 40.38	15 g ± 6.11
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	98.60	17.44	127.96	18.08	161.42	24.14

Die Ertragsvermehrung, die mit Ausnahme der trockenen Blätter überall durch die Steigerung von der mittleren auf die höchste Manganonitratgabe bedingt wurde, liegt meist noch innerhalb der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung. Sie ist demnach nicht gerade als sicher, indessen immerhin als möglich anzusehen.

Die Manganonitratdüngung weist somit das einigermassen auffallende Bild auf, dass die geringste Gabe die beiden höheren im Ertrage an Rüben mit Sicherheit übertroffen hat, während der Blattertrag sich umgekehrt zu verhalten scheint. Allerdings ist die letzte Beobachtung ziemlich unsicher, und erlangt mehr durch das Zusammentreffen der gleichen Beobachtung bei den beiden, stärker mit Manganonitrat gedüngten Reihen eine gewisse Bedeutung.[1]) Für die Gesamternte erhalten wir dann wieder eine nicht unwahrscheinliche Verminderung gegenüber der niedrigsten Mangandüngung.

[1]) Im Durchschnitt beider beträgt die Erhöhung des Blattertrages + 58 ± 24.22 g frische und + 10 ± 3.40 g trockene Blätter.

Als Erklärung könnte man unter Heranziehung der von Leidreiter gemachten,[1]) von Pfeiffer angeführten[2]) Beobachtungen annehmen, dass auch hier das Manganonitrat in steigenden Gaben ungünstig gewirkt hat. Doch möchte ich hier auf die Arbeit Leidreiters nicht weiter eingehen, und hebe statt dessen hervor, dass Pfeiffer und Blanck bei Verwendung des gleichfalls leicht löslichen Manganosulfats in Mengen, die etwa der ersten und zweiten Gabe Manganonitrat bei B. Schulze in ihrem Mn-Gehalt entsprechen, ebenfalls eine Herabdrückung des Ertrages erzielten, wenn sie von 1.00 auf 1.75 g Mn heraufgingen.[3])

Hier mag es auch nützlich sein, der Wirkung des im Manganonitrat enthaltenen Salpeterstickstoffs zu gedenken. Will man sich bezüglich desselben der Ansicht Schulzes anschliessen, nach der „es als ausser Zweifel gestellt gelten darf", dass es sich bei den Leistungen des Manganonitrats „nicht um eine Stickstoffwirkung handeln kann, denn der Stickstoffbedarf der Rüben war durch Bodenbeschaffenheit und Düngung völlig gedeckt. Überdies hätte dann eine weitere Erhöhung der Manganonitratgabe nicht, wie geschehen, eine starke Herabsetzung des Mehrertrages herbeiführen können," dann bleibt immer noch eine Möglichkeit zu beachten. Es kann nämlich, wenn eine starke Nitratdüngung wegen bereits vorhandener, ausreichender Stickstoffmengen nicht Nutzen zu bringen vermag, dieselbe den Pflanzen recht wohl Schaden zufügen, eine von B. Schulze offenbar völlig übersehene Möglichkeit.[4]) Dass derartige Erscheinungen für die hier zu betrachtenden Versuche nicht ganz fern liegen, zeigt der auffallende Rückgang des Zuckergehaltes seiner mit höheren Manganonitratmengen gedüngten Rüben, wobei z. B. die Reihe mit 1.8 g Mn weitaus die geringste Zuckergehaltszahl des ganzen Versuchs mit 17.1 % erreicht. Da wir zudem aus der Praxis wissen, dass übergrosse Salpetergaben die Güte der Rübe

[1]) Studien über das Verhalten des Mangans im Boden. Inaugural-Dissertation, Rostock 1910, S. 20/21.

[2]) Pfeiffer und Blanck, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 268.

[3]) A. a. O. S. 267.

[4]) Schon P. Wagner wies in seiner „Stickstoffdüngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen", S. 135 und besonders S. 225, hierauf hin, und gerade bei Vegetationsversuchen macht man gelegentlich ähnliche Erfahrungen.

schädigen,[1]) so werden wir uns diesen Hinweis dienen lassen, da ja leider Stickstoffbestimmungen, die uns näheres sagen könnten, nach Lage der Dinge wohl unausführbar gewesen sein müssen. Auch die, allerdings nicht mit grosser Sicherheit nachgewiesene Vermehrung der Ernte an Rübenblättern bei Steigerung der Manganonitratgabe scheint auf eine Nitratwirkung hinzudeuten. Der von Schulze bei seiner ganzen Versuchsdurchführung nicht beachtete Grundsatz einer einwandfreien Anstellung von Vegetationsversuchen,[2]) unbequeme Nebenwirkungen von Düngemitteln durch Kompensationsgaben anderer Salze in ihrer Wirkung nach Möglichkeit auszuschalten, würde uns auch hier eine weitaus bessere Erklärnng haben schaffen können, zumal, wie wir später sehen werden, noch weitere und schwerer wiegende Unklarheiten bei der Wirkung der Manganonitratgabe in Betracht kommen.

Der gleiche Einwand, wie soeben gegen die Durchführung der Manganonitratreihen B. Schulzes, kann auch gegen seine Manganophosphatreihen erhoben werden, indem auch diese Form der Mangandüngung erhebliche Mengen eines wichtigen Pflanzennährstoffes in den Boden bringt. Wenn wir daher hier eine ziemlich deutliche Verminderung des Ertrages an Rübenblättern mit steigender Mangangabe wahrnehmen, so werden wir uns daran zu erinnern haben, dass bekanntlich die Phosphorsäure in zu starker Gabe gerade auf die Blätter schädigend wirkt, eine schon seit den achtziger Jahren vorigen Jahrhunderts bekannte Erfahrung.[3]) Umgekehrt soll nach J. B. Lawes Phosphorsäuredüngung die Wurzelentwicklung besonders fördern.[4])

Zunächst müssen wir uns aber wieder an der Hand der Fehlerberechnung über die Bedeutung der bei der Manganophosphatdüngung sich ergebenden Unterschiede in den Ernten

[1]) Vergl. auch die Beobachtungen von Lawes und Gilbert, nach denen sehr starke Salpeterdüngungen den Zuckergehalt der Rüben verminderten. Ähnliche Beobachtungen machten Drechsler und Heine. Siehe P. Wagner, Düngungsfragen (1886), S. 62/63.

[2]) Man vergleiche z. B. E. Blanck, Fühlings Landw. Zeitung Jahrg. 64 (1915), S. 106.

[3]) Vergl. P. Wagner, Düngungsfragen (1886), S. 75/76, und A. Mayer, Die Ernährung der grünen Gewächse, Agrikulturchemie Bd. 1 (1905), S. 270, Anm. 1. E. J. Russell, Boden und Pflanze (1914), S. 47.

[4]) J. B. Lawes und J. H. Gilbert, Journ. Roy. Agricultur. Society Bd. 8 (1847), S. 226 u. f.

unterrichten, wobei wieder die Berücksichtigung der Wirkung der niedrigsten Gabe gegen die manganfrei verbliebene Reihe einer späteren Betrachtung aufgehoben bleibt. Wir finden übrigens auch hier, wie bei den ganzen Versuchsreihen von B. SCHULZE, erhebliche wahrscheinliche Schwankungen, die sich aus der von dem Forscher selbst hervorgehobenen, nur mässigen Übereinstimmung der Einzelernten erklären. Man darf sich weder hierüber wundern, noch einen Vorwurf gegen den Versuch daraus ableiten, denn wenn schon überhaupt es trotz aller Sorgfalt nur offenbar besonders vom Glück begünstigten Versuchsanstellern gelingt, regelmässig grössere Abweichungen bei Parallelernten ihrer Vegetationsgefässe zu vermeiden, ein Umstand, auf den auch PFEIFFER und BLANCK bei ihren Manganversuchen aufmerksam machen,[1]) so ist dies bei Versuchen mit Zuckerrüben zweifellos noch weniger leicht zu erzielen. Wir werden später sehen, dass O. FALLADA und I. K. GREISENEGGER noch weit erheblichere Abweichungen bei den Ernten ihrer Parallelgefässe mit Zuckerrüben beobachten mussten,[2]) und können, ähnlich wie PFEIFFER und BLANCK, nur mit etwas neidvoller Bewunderung zu LEIDREITER emporblicken, der es auch bei seinen Zuckerrübenversuchen fertig bringt, sowohl für die Blatt- wie für die Wurzelernte recht tadellos übereinstimmende Zahlen zu buchen.[3])

Der Wirkung steigender Mengen von Manganophosphat auf die Erträge geben wir an der Hand der B. SCHULZEschen Versuche in folgenden Zusammenstellungen Ausdruck:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei 3.0 g Mn gegen 4.5 g Mn mehr durch die grössere Gabe .	56 g ± 31.34	13 g ± 10.11	— 59 g ± 13.48	— 10 g ± 4.60	— 3 g ± 34.12	3 g ± 11.11
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	125.36	40.44	53.92	18.40	136.48	44.44
bei 3.0 g Mn gegen 6.0 g Mn mehr durch die grössere Gabe .	108 g ± 31.67	26 g ± 7.50	— 97 g ± 18.59	— 4 g ± 8.04	29 g ± 31.03	22 g ± 13.85
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	126.68	30.00	74.36	32.16	124.12	55.40

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77 (1912), S. 51.

[2]) Österr.-Ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft Bd. 44 (1915), S. 383.

[3]) Inaugural-Dissertation, Rostock 1910, S. 38/39.

Eine auch nur irgendwie genau festzustellende Vermehrung der Gesamternte ist demnach durch die Steigerung der Manganophosphatdüngung nicht nachzuweisen, sehr im Gegensatz zur Ansicht B. Schulzes. Auch die Ernte an frischen und trockenen Rüben kann zwar erhöht worden sein, zumal bei der höchsten Mangangabe, ein völliger Beweis dafür ist indessen nicht zu erbringen. Immerhin mag eine grössere Wahrscheinlichkeit dafür nicht geleugnet werden. Dafür hat dann aber die Ernte an frischen Rübenblättern ganz zweifellos, und deutlich über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinaus mit der steigenden Mangandüngung abgenommen. Da es sich um eine einseitige Verminderung der Blattmasse handelt, und durch die steigende Mangandüngung die folgenden Mengen Phosphorsäure (ausser der von B. Schulze mit 1.86 g leichter löslicher Phosphorsäure und 2.106 g Gesamtphosphorsäure für ausreichend erachteten Grunddüngung)[1]) in den Boden kamen: bei 3 g Mn 2.59 g P_2O_5, bei 4.5 g Mn 3.9 g P_2O_5, bei 6.0 g Mn 5.17 g P_2O_5,[2]) im ganzen also bei der Reihe mit 3 g Mn 4.696 g P_2O_5, bei 4.5 g Mn 6.006 g P_2O_5, bei der mit höchster Mangangabe versehenen Reihe sogar 7.276 g P_2O_5, so kann man immerhin eine Phosphorsäurewirkung darin erkennen, jedenfalls ebenso gut, und besser als eine den Blattertrag vermindernde Manganwirkung. Es soll zumal auch nicht unterlassen sein, darauf hinzuweisen, dass bei der Manganonitratdüngung, die eine Verminderung der Rübenernte mit Sicherheit bemerkbar werden liess, und als Ursache vielleicht eine Nitrat-, vielleicht eine Manganwirkung dafür haftbar machen musste, die Blatterträge sich entgegengesetzt verhielten, und mit steigender Manganonitratgabe anstiegen. Somit liegt hier kein Grund vor, dem Mangan als solchem die Verminderung der Blatterträge zuzuschreiben, und eine Phosphorsäurewirkung erscheint uns dafür glaubwürdiger. Natürlich ist eine durchaus schlüssige Entscheidung mangels eingehenderer Angaben über Zusammensetzung der Ernte und dergleichen nicht möglich.

[1]) 8.2 g Thomasmehl und 3.5 g Superphosphat. Ich nehme für das Thomasmehl 15 % zitronensäurelösliche und 18 % Gesamt-Phosphorsäure und für das Superphosphat 18 % wasserlösliche P_2O_5 an. Dann ergibt sich für die Grunddüngung 1.23 g bezw. 1.476 g von der ersten und 0.630 g von der zweiten Düngergabe. Eine Untersuchung der Düngemittel ist offenbar, wohl auch des Krieges halber, unterblieben.

[2]) Berechnet aus der Formel $Mn_3(PO_4)_2 . 7H_2O$; vergl. auch unten S. 65 und 66.

Es bleiben noch die beiden letzten Reihenpaare zur Besprechung übrig, in denen B. SCHULZE die Wirkung von Manganosulfat mit und ohne Zugabe von Aluminiumsulfat prüfte; zunächst Manganosulfat allein:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei 1.5 g Mn gegen 3.0 g Mn mehr durch die grössere Gabe .	— 52 g ± 34.32	— 18 g ± 11.39	— 14 g ± 22.25	1 g ± 5.82	— 66 g ± 40.90	— 17 g ± 12.80
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	137.28	45.56	89.00	23.28	163.60	51.20

Die Schädigung der Ernte durch die höhere Mangangabe zeigt sich zwar fast durchgehends, ist indessen stets von der doppelten wahrscheinlichen Schwankung umschlossen. Nur die Erscheinung, dass Blätter wie Rüben die Ernteverminderung aufweisen, mag die Wahrscheinlichkeit derselben um ein geringes erhöhen. Irgendwie auch nur leidlich beglaubigt ist die Schädigung indessen nicht. Dies Ergebnis steht scheinbar im Widerspruch mit der Beobachtung von PFEIFFER und BLANCK, nach der bei den Versuchen des Jahres 1912 1.75 g Mn als $MnSO_4$ gegenüber einer entsprechenden Gabe von 1.0 g Mn die Ernte verminderte. Bei näherer Betrachtung der PFEIFFER und BLANCKschen Zahlen zeigt sich jedoch, dass die Herabdrückung des Ertrages zwar besser als bei den erwähnten Reihen B. SCHULZES, doch noch keineswegs eindeutig bewiesen ist. Es ergab sich nämlich:

Mehrerträge gegen „ohne Mn“:

	Körner g	Stroh und Spreu g	Gesamternte g
5.16 g $MnSO_4$ gleich 1.00 g Mn	4.9 ± 1.02	9.4 ± 0.97	14.3 ± 1.83
9.03 g $MnSO_4$ gleich 1.75 g Mn	0.5 ± 0.92	4.8 ± 1.25	5.3 ± 2.16
also Verminderung:	4.4 ± 1.37	4.6 ± 1.60	9.0 ± 2.83
viermalige wahrsch. Schwankung	5.48	6.40	11.34.[1])

Berücksichtigt man nun die bereits früher erwähnte Tatsache, dass B. SCHULZE mit einem verhältnismässig adsorptionskräftigen[2]) Bodengemisch, PFEIFFER und BLANCK dagegen mit Sand arbeiteten, und zwar auch mit einer geringeren Gewichtsmenge, so scheint uns ein Widerspruch nicht mehr vorzuliegen. Die ungünstige

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 267.

[2]) Und dem entsprechend auch eine grössere Wassermenge fassenden.

Wirkung einer grösseren Manganosulfatgabe ist bei Pfeiffer und Blanck nur unsicher, bei Schulze dagegen nahezu überhaupt nicht bewiesen, ganz im Gegensatz zu dem Schlusse, den B. Schulze mit den Worten zieht: „Das Mangansulfat hat in kleiner Gabe deutlich besser gewirkt, als in grösserer; es liegt also in diesem Salze eine der Rübenpflanze weniger angenehme Form vor."[1])

Wir werden sehen, ob wir bezüglich des nächsten Schlusses von B. Schulze zu einer Übereinstimmung mit ihm kommen: Bei Besprechung der Wirkung eines Zusatzes von Aluminiumsulfat zum Manganosulfat, um nach Stoklasa die schädliche Wirkung grösserer Manganmengen durch Beigabe leicht löslicher Aluminiumverbindungen in das Gegenteil umzuwandeln,[2]) ist Schulze der Ansicht, dass „ein Zusatz von Aluminiumsulfat die Leistung der übrigen Gabe offenbar erheblich verbessert" hat.[3]) Pfeiffer und Blanck ihrerseits vermochten die Beobachtung Stoklasas nicht zu bestätigen.[4])

Schon die blosse Betrachtung unserer, von B. Schulze übernommenen Haupttabelle und der hinzugefügten wahrscheinlichen Schwankungen der einzelnen Mittelzahlen ergibt, dass bei der kleinen Manganosulfatgabe die Hinzufügung von Aluminiumsulfat keinerlei irgendwie deutlichen Erfolg gezeitigt hat, weder nach einer Vermehrung, noch nach einer Verminderung der Ernte hin. So ist hier eine nähere Betrachtung zu sparen. Dagegen müssen wir die zweite Manganosulfatdüngung mit und ohne Aluminiumbeigabe näher in Augenschein nehmen, denn eine gewisse Ertragsvermehrung für einzelne Teile der Ernte lässt sich beim ersten Blick nicht leugnen. Prüfen wir also:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei 3 g Mn gegen 3 g Mn und 18 g $Al_2(SO_4)_3$[5])	132 g	33 g	— 11 g	4 g	121 g	37 g
mehr durch das Aluminiumsulfat	± 46.14	± 13.48	± 26.57	± 3.75	± 53.24	± 13.98
vierfache wahrscheinliche Schwankung . .	184.56	53.92	106.28	14.00	212.96	55.92

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 8.

[2]) Blätter für Zuckerrübenkultur Bd. 18 (1911), S. 193; Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Bd. 152 (1911), S. 1340.

[3]) B. Schulze, a. a. O. S. 8.

[4]) Pfeiffer und Blanck, a. a. O. S. 270.

[5]) Kristallisiert, also mit 18 Teilen Wasser. Das ergibt 1.46 g Al. Pfeiffer und Blanck erhalten in ihrem Sandboden bereits bei 0.875 g Al eine unverkennbare, erhebliche Schädigung.

Von einer offenbaren Verbesserung der Wirkung des Manganosulfats durch das Aluminiumsulfat kann demnach auch hier keine Rede sein. Die nur bei der Rübenernte einigermassen deutliche, bei der Gesamternte schon mehr zurücktretende und für die Blätter völlig verschwindende Erhöhung des Ertrages liegt selbst im besten Falle noch reichlich innerhalb der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung. Diese Feststellung im Verein damit, dass bei niedrigeren Gaben das Aluminiumsulfat auch bei B. Schulze keinerlei günstige Wirkungen zu zeitigen vermochte, wird wohl ausreichen, um im günstigsten Fall zu dem Urteil zu kommen, dass die hier aufgeführten Versuche zur Entscheidung der Frage nicht ausreichen. Mancher Leser, und darunter auch die Schreiber dieser Zeilen, werden aber meinen, dass die Zahlen B. Schulzes im Verein mit den Ergebnissen von Pfeiffer und Blanck ausreichen, um die Ansicht von der günstigen Wirkung eines Aluminiumsulfatzusatzes bei grösseren Mangangaben so lange als gegenstandslos zu bezeichnen, bis etwa neues, besseres Beweismaterial dafür beigebracht werden sollte.

Damit wäre die Besprechung der einzelnen Versuchsgruppen B. Schulzes beendet, bei der wir bereits häufig zu Schlussfolgerungen geführt wurden, die ganz wesentlich von denen des Versuchsanstellers abwichen. Jedenfalls dürfte sie auch den Leser zu der Überzeugung geführt haben, dass, wenn man, wie oben dargelegt auch B. Schulze, einer Fehlerberechnung nicht grundsätzlich ablehnend gegenübersteht, dann diese auch stets in allen irgendwie unsicheren Fällen heranziehen sollte, da sie nicht selten zu Ergebnissen führen mag, die beim ersten Blick auf die blossen Zahlen nicht einleuchten. Gewiss wird aber auch hier der durch die Hindernisse des Kriegsjahres bedingte Mangel an Zeit entschuldigend anzuführen sein.

Sehr viel schwieriger wird nun aber an der Hand der Zahlen von B. Schulze eine Entscheidung darüber zu treffen sein, ob überhaupt eine Mangangabe die Ernte gegenüber der ohne Mangan verbliebenen Reihe gefördert hat. Denn ein bei Versuchen nicht seltenes Missgeschick, wie es auch Pfeiffer und Blanck zu beklagen hatten,[1]) erschwert die Benutzung der Zahlen Schulzes für den soeben genannten Zweck: Gerade die als Grundlage des Vergleiches dienende Reihe ohne Mangan

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 261—262.

weist nämlich ganz ausserordentliche Unterschiede in den einzelnen Vergleichsgefässen auf, die natürlich der Aufmerksamkeit des Versuchsanstellers nicht entgangen sind. Er meint freilich, dass auch eine Ausschaltung des mittleren Vegetationsgefässes an dem allgemeinen Ergebnis des Versuches nichts geändert haben würde.[1]) Wir empfehlen, für solche Fälle die Überlegungen heranzuziehen, die Pfeiffer und Blanck bei Besprechung ihrer Manganversuche gegeben haben.[2]) In Anlehnung an diese stellen wir für Schulzes Reihe ohne Mangan fest:

Ernte:	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
	g	g	g	g	g	g
	421	107	555	100	976	207
	310	67	336	62	646	129
	408	104	704	121	1112	225
Mittel ohne Ausschaltung . .	380[3])	93	532	94	911	187
	± 40.01	± 14.96	± 124.76	± 20.15	± 161.49	± 34.39
Mittel mit Ausschaltung . .	415	106	630	111	1044	216
	± 6.20	± 1.51	± 71.01	± 10.04	± 71.01	± 8.58
Abweichung des mittleren Gefässes vom Mittel mit Ausschaltung . .	105	39	306	59	398	87

Das heisst, die Abweichung des mittleren, gegebenenfalls auszuschaltenden Gefässes von dem ohne dasselbe sich ergebenden Mittel ist sehr gross, zumal bei den Ernten an frischen und trockenen Rüben. Sie beträgt hier das vielfache der dem Einzelversuch anhaftenden Schwankung. Aber auch bei den Blättern liegt die fragliche Abweichung immer noch erheblich über die vierfache wahrscheinliche Schwankung des Einzelversuchs hinaus. Das Gleiche gilt in wieder erhöhtem Maſse bei der Gesamternte. Wir stehen daher nicht an, wie Pfeiffer und Blanck bei ihrem Versuch zu erklären, dass man hier das erwähnte mittlere Gefäss der Reihe ohne Mangan ausschalten muss, falls man nicht einen Fehler begehen will. Dabei muss, ebenso wie bei der soeben durchgeführten Fehlerberechnung, die grosse Unannehmlichkeit,

[1]) B. Schulze, a. a. O. S. 5.

[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1912), S. 262.

[3]) Die durch das Vorzeichen gekennzeichneten wahrscheinlichen Schwankungen dieser und der folgenden Reihe sind nicht, wie sonst, die wahrscheinlichen Schwankungen des Mittels, sondern des Einzelversuchs.

dass man dann nur noch mit zwei Parallelgefässen arbeiten kann, mit in den Kauf genommen werden, natürlich unter der Voraussetzung, dass niemand vergisst, dass hierdurch ohnehin die Sicherheit der vorliegenden Versuche erheblich vermindert wird. — Jetzt können wir prüfen, ob die Mangansalzgabe in den einzelnen Fällen der SCHULZEschen Versuche eine sichergestellte und wesentliche Vermehrung der Ernte ergeben hat. Wir beginnen mit der mit Manganihydroxyd und Manganokarbonat versehenen Reihe:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei ohne Mangan, ein Gefäss ausgeschieden, gegen mit 6.1 g Mn als $MgCO_3$ und $Mg(OH)_2$ mehr durch die Mangangabe	40 g ± 17.07	8 g ± 5.00	22 g ± 51.31	7 g ± 7.40	63 g ± 50.05	16 g ± 8.08
vierfache wahrscheinliche Schwankung . .	68.28	20.00	205.24	29.60	200.20	32.32

Mit einer Ausnahme liegen sämtliche Zunahmen durch die Mangangabe innerhalb der doppelten wahrscheinlichen Schwankung, und die eine Ausnahme erhebt sich auch nicht nennenswert darüber, so dass man von keiner irgendwie gesicherten Ertragsvermehrung sprechen darf. Dagegen bringt die weitere Erhöhung der Mangangabe voraussichtlich andere Werte, da wir ja bereits bei Erhöhung der Mangangabe von 6.1 auf 9.1 g Mn in Form von Manganihydroxyd und Manganokarbonat eine zweifellose Vermehrung der Ernte an Rübenmasse feststellen konnten:[1])

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei ohne Mangan, ein Gefäss ausgeschieden, gegen mit 9.1 g Mn als $MgCO_3$ und $Mg(OH)_2$ mehr durch die Mangangabe	171 g ± 21.08	40 g ± 1.31	65 g ± 64.76	14 g ± 12.24	247 g ± 64.95	55 g ± 11.71
vierfache wahrscheinliche Schwankung . .	84.32	5.24	259.04	48.96	259.80	46.84

Hier liegt nun wirklich eine wohl als zweifellos zu bezeichnende Erhöhung der Ernte durch die Mangansalzgabe vor, allerdings mit der Einschränkung, dass durch Fortfall des einen Gefässes bei der die ganze Berechnung begründenden Versuchsreihe

[1]) Vergl. oben S. 46.

ohne Mangan überhaupt die Sicherheit der ganzen Feststellungen B. Schulzes nicht unerheblich gelitten[1]) hat, von den übrigen, gelegentlich gestreiften Schwächen derselben abgesehen. Die Erntevermehrung kann allerdings mit Sicherheit nur bei dem Ertrag an Rüben selbst nachgewiesen werden, die Blätter haben keinen, oder keinen irgendwie nennenswerten Mehrertrag erbracht. Doch ist die günstige Wirkung auf die Rüben selbst so erheblich gewesen, dass auch der Gesamtertrag einen so ziemlich über den vierfachen wahrscheinlichen Fehler hinausliegenden, und damit sicher gestellten Mehrwert bei Verabfolgung von 9.1 g Mn fürs Gefäss erreicht hat. Eine weitere Steigerung auf 12.2 hat, wie bereits der blosse Augenschein erweist, keine weitere Erntevermehrung zu bringen vermocht, den Blattertrag sogar erheblich, bis unter den der ohne Mangan verbliebenen Gefässe heruntergedrückt. Doch stellt sich diese Verminderung nicht derart im Verhältnis zu den vorhandenen wahrscheinlichen Schwankungen, dass man sie als irgendwie gesichert ansehen dürfte. Im ganzen ist auf die schon oben gemachte Angabe zu verweisen,[2]) dass eine erheblich günstige oder ungünstige Beeinflussung der Ernte durch die Erhöhung der Mangangabe von 9.1 auf 12.1 g nicht in Frage zu kommen scheint. Vielleicht ist eine leichte Schädigung vorhanden.

Diese Beobachtungen, eine zweifellose Förderung durch 9.1 g Mangan als Manganokarbonat im Gemisch mit Manganihydroxyd, und ein leichtes, vielleicht nur vorgetäuschtes Herabgehen bei höherer Gabe, während 6.1 g Mangan überhaupt keinerlei sichere Ertragsvermehrung bringen konnte, würden einigermassen zu dem Ergebnis der Pfeiffer und Blanckschen Versuche passen, bei denen die besten Erfolge der Manganddüngung, falls die Ausschaltung unterblieb,[3]) bei 15.8 g Mn als Manganokarbonat erhalten wurden, aber auch mit der Ausschaltung der Körnerertrag in diesem Falle der beste war. Eine befriedigende Übereinstimmung liegt freilich noch bei weitem

[1]) Man bedenke, dass die Ernte des einen der beiden verbliebenen manganfreien Gefässe mit 1112 g frischem Gesamtertrag durch seine hohe wahrscheinliche Schwankung, ± 71.01 nach S. 57, bei Feststellung der vierfachen wahrscheinlichen Schwankung nach der Plusseite noch weit über den Gesamtertrag bei Düngung mit 9.1 g Mn hinübergreift.

[2]) Vergl. S. 47.

[3]) A. a. O. S. 265.

nicht vor, und es ist für die Versuche B. Schulzes, soweit wir sie bislang kennen, wohl überhaupt noch die Frage eine offene, wieweit es sich selbst bei nachgewiesenen Erntevermehrungen um reine Manganwirkungen, oder um indirekte Einflüsse der Mangansalze gehandelt haben kann. Bei der starken Aufnahmefähigkeit, die der Erdboden für Schwermetallsalze stets gezeigt hat,[1]) wäre es immerhin möglich, dass diese andere Pflanzennährstoffe aus dem Boden frei machten, und derart eine für das Pflanzenwachstum fördernde Wirkung auszuüben vermochten.[2]) Bei Pfeiffer und Blancks Untersuchungen kommt Derartiges freilich nicht in Betracht, da einmal der benutzte Odersand[3]) wenig günstige Aussichten für solche Wirkungen der Mangansalze eröffnet, und dann zweitens die vorhandenen analytischen Belege des Jahres 1914 widersprechen.[4]) Anders liegt die Frage bei dem von B. Schulze benutzten Erdboden, der zum Teil Lehmboden war, und auch sehr reichlich fein zerhackten Kompost enthielt. Da die Grunddüngung ausserdem an leichter löslichen Salzen nicht gerade viel enthielt, — das Ammoniumnitrat kam für die Löslichmachung von Ammoniakstickstoff aus Kompost überdies nicht in Betracht, — von denen noch ein Teil beim Vermischen im Boden durch gegenseitige Einwirkung an Löslichkeit eingebüsst haben muss, so wird wohl noch ausreichend durch Basenaustausch beeinflussbarer Pflanzennährstoff im Boden verblieben sein, auch wenn man bereits die Wirkung der Grunddüngung in Rechnung stellt. Und dass trotz der z. B. sehr geringen Löslichkeit[5]) des Manganokarbonats Mengen von 10—25 g — rund gerechnet — im Laufe der Zeit einen merkbaren Einfluss auszuüben vermöchten, darf man, eben unter Berücksichtigung der starken Aufnahme von Schwermetallen durch den Boden, wohl kaum von vornherein in Abrede stellen. Zweitens kann aber, gerade bei einem an in Lösung begriffenen Pflanzennährstoffen reichen Boden, wie es Kompost ist, auch eine basische

[1]) Vergl. Th. Arnd, Landw. Jahrbücher Bd. 49 (1916), S. 204/205; P. Ehrenberg, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 72 (1910), S. 26.

[2]) Man vergl. z. B. P. Ehrenberg, Die Bodenkolloide, S. 378. (Dresden und Leipzig 1915); ferner denselben, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 72 (1910), S. 26 u. f.

[3]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77 (1912), S. 46 und Bd. 83 (1914), S. 258.

[4]) A. a. O. S. 272.

[5]) Vergl. Miolati in R. Abeggs Handbuch der anorganischen Chemie Bd. 4 (1913), II, S. 774. Die Löslichkeit muss hier durch die Salze der Grunddüngung erhöht worden sein.

Düngung eine gewisse Wirkung auslösen. Die ja freilich nur schwach basischen Manganihydroxyde und Manganokarbonate müssen aber in den von B. Schulze angewandten Mengen auch in dieser Richtung zu wirken vermögen. Dass bei den bisher besprochenen, mit Manganihydroxyd und Manganokarbonat versehenen Reihen die Wirkung nicht durchaus mit der gegebenen Mangansalzmenge steigt, würde auch gegen die soeben herangezogenen Erklärungsversuche nicht entscheidend angeführt werden können. Denn die Hauptwirkung könnte eben bereits mit der Gabe von 9.1 g Mangan zu erreichen gewesen sein, oder auch eine schädigende Manganwirkung, die sich mit der verabfolgten Manganmenge steigert, als zweiter, zuletzt überdeckender Faktor einwirken. Als Endergebnis bleibt also bisher eine durch die mittlere Mangandüngung von 9.1 g erzielte deutliche Steigerung des Rübenwurzelertrages, die auch bei Erhöhung der Gabe auf 12.2 g im wesentlichen erhalten blieb. Dass aber eine reine Manganwirkung vorliegt, vermag mit Sicherheit niemand zu sagen.

Wir wenden uns zum Einfluss der Manganonitratverabfolgung, und müssen gleich von Anfang an bekennen, dass wir uns die Bedenken, welche bereits Pfeiffer und Blanck gegen die von Leidreiter durchgeführte Heranziehung des Manganonitrats erheben mussten,[1]) nur voll und ganz zu eigen machen müssen, wenn wir der B. Schulzeschen Manganonitratversuche gedenken. Aus einer Berechnung ergibt sich, dass Manganonitrat mit 6 Teilen Kristallwasser zur Anwendung gekommen ist, also $Mn(NO_3)_2 . 6 H_2O$. Dann haben die verschiedenen Gaben Mangan an Salpeterstickstoff in den Boden gebracht:

1.2 g Mangan 0.6 g Salpeterstickstoff (rund gerechnet),
1.8 „ „ 0.9 „ „ ,
2.4 „ „ 1.2 „ „ .

Vergleicht man nun hiermit die in der Grunddüngung verabreichte Stickstoffgabe, so stellt sie sich mit 3.3 g Ammoniumnitrat nur auf höchstens 1.155 g. Wieviel der Lehm und der Kompost, von denen ungefähr 5 bezw. 10 kg als Anteil des Mischbodens zur Verwendung gekommen sind, an Stickstoff für die Pflanzen lieferten, ist nicht ganz leicht zu sagen, da es an

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77 (1912), S. 46.

Angaben hierfür bei B. Schulze mangelt. Dass Kompost selbst in kleinen Gaben im Gemisch mit Sand, also unter den für seine Ausnutzung weitaus günstigsten Bedingungen, bezüglich seiner Stickstoffwirkung recht enttäuschen kann, konnte der eine von uns in einer früheren Arbeit bereits einmal dartun.[1]) Da auch kein Ätzkalk, sondern die für 10 kg Kompost wohl kaum als erheblich anzusehende Gabe von 11 g kohlensaurem Kalk gegeben wurde, wozu noch der Kalkgehalt des Thomasmehls[2]) der Grunddüngung zu rechnen wäre, so wird man die von dem feinzerhackten[3]) Kompost gelieferte Stickstoffmenge voraussichtlich nicht allzu hoch veranschlagen dürfen.

In der bereits flüchtig erwähnten Arbeit von O. Fallada und I. K. Greisenegger, die sich auch mit der Manganwirkung auf Zuckerrüben beschäftigt,[4]) finden sich nun beachtenswerte Angaben über den Gehalt frischer Rübenpflanzen, die es uns einigermassen ermöglichen, festzustellen, wieviel Stickstoff und Phosphorsäure die Rüben der B. Schulzeschen Vegetationsversuche enthalten haben dürften. Ich entnehme daraus, dass 1000 g Rübe, also Wurzel mit Blatt, insgesamt 2.665 g Stickstoff und 1.045 g Phosphorsäure aufweisen. Da B. Schulzes Ernten bis 1.300 g und höher gehen, haben wir in ihnen 3.47 g Stickstoff und 1.36 g Phosphorsäure anzunehmen. Natürlich muss der Pflanze im Boden aber erheblich mehr von den betreffenden Pflanzennährstoffen geboten werden, da einmal ein Teil der feineren Wurzeln im Boden verblieben sein und so in der ermittelten Erntemenge gar nicht berücksichtigt wird, dann aber auch, wie bekannt, bei weitem nicht die dargereichten Pflanzennährstoffe auch von den Pflanzen, und zumal von der Zuckerrübe vollständig aufgenommen werden. Es seien zwei Beispiele dafür angeführt, welche Stickstoffdüngungen andere Versuchsansteller unter ähnlichen Verhältnissen für erforderlich erachteten:

Wilfarth und seine Mitarbeiter, von denen Wimmer den Bericht erstattete, gaben auf ein Gemisch von Sand und Torf

---

[1]) Journal für Landwirtschaft Bd. 61 (1913), S. 349.

[2]) Falls dies frisch war, zum Teil in Form von CaO, sonst als $CaCO_3$.

[3]) Ob die Tatsache, dass der Kompost „fein zerhackt“ werden musste, auf seine „Reife“ und auf den davon abhängenden Gehalt an leichtlöslichem Stickstoff ungünstige Schlüsse erlaubt, sei dahingestellt.

[4]) Österr.-Ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft Bd. 44 (1915), S. 381/82.

mit rund 23 kg Gewicht rund 3 g Stickstoff und 2.13 g Phosphorsäure in leicht löslicher Form.[1]) Dabei erzielten sie aber in den hier heranzuziehenden Gefässen 1—4 und 13—16 nur Ernten von im Mittel 130.536 g Trockenmasse, während B. Schulze etwa auf das Doppelte kommt! Fallada und Greisenegger andererseits verwendeten einen Erdboden mit 0.11 Hundertteilen Gesamtstickstoff und 0.06 Hundertteilen Phosphorsäure und zwar nahezu genau 30 kg.[2]) Ihr Boden brachte demnach bereits 33 g Gesamtstickstoff und 18 g Phosphorsäure für die Rübenpflanzen mit. Trotzdem wurde als Düngung im Laufe der Zeit 2.82 g Stickstoff und 2.145 g leicht lösliche Phosphorsäure verabfolgt, und die erzielten Erntegewichte erreichen kaum die Hälfte der von B. Schulze geernteten frischen Masse!

Wir sind nach diesen Angaben davon überzeugt, dass für B. Schulzes Versuche die Möglichkeit durchaus vorliegt, dass zugefügtes Manganonitrat auch noch eine fördernde Stickstoffwirkung ausgeübt haben könnte. Dass aber bei den höheren Gaben eine umgekehrte, schädliche Wirkung beigefügter Nitratmengen in Frage kommen kann, haben wir bereits oben[3]) darzutun versucht. Auch die Zahlenangaben Leidreiters, — wenn wir von unserer Absicht, die Literatur, deren Pfeiffer und Blanck bereits gedacht haben, hier unerörtert zu lassen, noch einmal absehen, — bringen[4]) einen ziemlich deutlichen Beweis dafür, wie stark bei Manganonitratgaben zur Pferdebohne die ungünstige Stickstoffwirkung sein kann. Dass es sich hier um eine Nitratschädigung handelt, die vielleicht mit einer schädlichen Manganwirkung vereint auftreten mag, glauben wir um so mehr, als wir aus eigenen Versuchsreihen die grosse Empfindlichkeit der Pferdebohne gegen die Düngung mit etwas grösseren Mengen von Stickstoffsalzen beim Vegetationsversuch kennen. Auch aus den sonstigen Versuchen Leidreiters mit Pferdebohnen liesse sich manches zugunsten unserer Ansicht anführen.

Betrachten wir die Versuchsreihe B. Schulzes mit der Manganonitratdüngung nun selbst eingehend, so ist folgendes zu verzeichnen:

---

[1]) Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft Bd. 143 (1908), Seite 146.

[2]) 29.97 kg.

[3]) Vergl. S. 50.

[4]) A. a. O. S. 28 und 29.

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei ohne Mangan, ein Gefäss ausgeschieden, gegen mit 1.2 g Mn als Manganonitrat mehr durch die Mangangabe	322 g ± 33.38	74 g ± 8.99	— 50 g ± 56.41	— 6 g ± 7.99	273 g ± 62.10	69 g ± 11.41
vierfache wahrscheinliche Schwankung . .	132.42	35.96	225.64	31.96	248.40	45.64

Der Mehrertrag, sowohl an Rüben wie an Gesamternte, liegt erheblich über die vierfache Schwankung hinaus, muss daher als bewiesen erscheinen. Der Minderertrag an Blättern ist dagegen keineswegs sichergestellt.

Die Erhöhung der Gabe an Manganonitrat vermochte, wie wir bereits oben gesehen haben, nicht nur keine Erhöhung der Ernte gegenüber der ursprünglichen Mangandüngung zu bewirken, es kam vielmehr eine ausreichend gesicherte Verminderung der Rüben- wie der Gesamternte zustande, während der Blattertrag eine höchst unsichere Steigerung aufwies.[1]) Ja, der blosse Augenschein lehrt, dass 1.8 g Mn als Manganonitrat nicht einmal gegenüber der manganfreien Reihe mehr einen sicher nachzuweisenden Mehrertrag zu bringen vermochten. Wie bereits oben erwähnt wurde, möchten wir hierin eine jedenfalls ebensowohl durch die steigende Nitratstickstoffgabe, wie durch etwaige Manganschädigung bedingte Benachteiligung der Pflanzen erblicken. Diese Wirkung kehrt, wie ebenfalls schon besprochen, gleichfalls bei der noch erhöhten Mangangabe wieder, ohne sich allerdings hier deutlicher zu kennzeichnen; im Gegenteil, das Bild scheint hier etwas an Schärfe zu verlieren. Wir haben aber auf Grund der oben durchgeführten Überlegungen das Recht, die Abweichungen in dieser Richtung als bedeutungslose Schwankungen anzusehen,[2]) so dass wir zusammenfassend sagen dürften, dass eine über 1.2 g gesteigerte Mangangabe in Form von Manganonitrat entweder durch Nitratwirkung, oder durch Manganwirkung, vielleicht aber auch aus beiden Gründen die Ernte annähernd bis auf die Höhe der ohne Manganonitrat verbliebenen Vergleichsreihe herabgedrückt hat. Hierbei mag die von 1.2 g zu 2.4 g Mn ständig zu beobachtende, allerdings nicht ausreichend gesicherte Erhöhung des Blattertrages bei Sinken des Ertrages an Rübenmasse auch noch für eine Nitratwirkung anzuführen sein.

[1]) Vergl. oben S. 47 u. f.
[2]) Vergl. oben S. 49.

Wenn wir sonach schädliche Nitratwirkungen auf den Rübenertrag mit wenigstens der gleichen Wahrscheinlichkeit beobachten zu können glauben, wie schädliche Manganwirkungen, so wird man sich darüber nicht wundern, dass wir die so erhebliche Steigerung der Ernte durch die Gabe von 1.2 g Mn als Manganonitrat wenigstens zum nicht unerheblichen Teil durchaus auf eine vorteilhafte Nitratwirkung zurückzuführen geneigt sind. Eine Beweisführung gegen diese Ansicht dürfte sich jedenfalls nicht mit ein paar kurzen Sätzen erledigen lassen. —

Wir wenden uns zur Besprechung der Wirkung des Manganophosphats, das als $Mn_3(PO_4)_2 . 7 H_2O$ benutzt wurde und in 8.7 g 3 g Mn enthält.

Prüfen wir jetzt die Wirkung des ersten Manganophosphatzusatzes auf die Erntevermehrung:

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei ohne Mangan, ein Gefäss ausgeschieden, gegen mit 3 g Mn als Manganophosphat mehr durch die Mangangabe	127 g ± 26.51	34 g ± 9.62	45 g ± 51.55	8 g ± 7.47	173 g ± 54.04	43 g ± 11.57
vierfache wahrscheinliche Schwankung . .	106.04	38.48	206.20	29.88	216.16	46.28

Nur der Mehrertrag an frischer Rübenmasse erhebt sich über den vierfachen wahrscheinlichen Fehler. Im übrigen erscheinen sämtliche Mehrerträge als unsicher, die Blattmehrerträge sogar als zu wenig wahrscheinlich, um überhaupt beachtet zu werden. Dass der Mehrertrag an frischer Rübenmasse ausserdem durch die erhebliche Steigerung der verfügbaren Phosphorsäuremenge bedingt gewesen sein kann, halten wir, im Gegensatz zu der Ansicht B. Schulzes,[1]) durchaus für möglich. Auf Grund der Angaben Falladas und Greiseneggers dürften die Ernten Schulzes fürs Gefäss 1.36 g Phosphorsäure enthalten haben.[2]) Da er, soweit man beim Mangel diesbezüglicher Analysenangaben bei ihm überhaupt eine Berechnung aufstellen kann, nicht über 1.86 g leichter lösliche Phosphorsäure als Dünger gegeben hat, — Wilfarth und Wimmer gaben bei halb so grossen Ernten

[1]) A. a. O. S. 5. „Auch hier kann es sich nicht um eine Phosphorsäurewirkung handeln, denn unsere sehr reichliche Grunddüngung mit Phosphorsäure musste solche unbedingt ausschliessen."

[2]) Vergl. unsere Berechnung oben S. 62.

2.13 g leichtlösliche Phosphorsäure, Fallada und Greisenegger 2.145 g, — und die Ausnutzung der Phosphorsäure in nur einer Vegetationszeit, zumal bei ihrer grossenteils nur zitronensäurelöslichen Form und der anspruchsvollen Zuckerrübe, wohl nur eine mässige ist,[1]) über den Phosphorsäuregehalt der Lehm-Sand-Kompostmischung in Schulzes Vegetationsgefässen aber gar nichts feststeht, so liegt durchaus die Möglichkeit vor, dass eine Phosphorsäurewirkung des Manganophosphats beobachtet werden konnte. Die Löslichkeit des Manganophosphats $Mn_2(PO_4)_3 . 7 H_2O$ in Wasser ist gering, nach Miolati ist es darin fast unlöslich, dagegen in verdünnten, auch schwachen Säuren löslich. Es löst sich auch etwas in Lösungen von Ammoniumnitrat auf, ebenso in stärker Kohlendioxyd enthaltendem Wasser;[2]) will man sich daher ein annäherndes Bild über die Löslichkeit der Phosphorsäure des benutzten Manganophosphats machen, so wird man sie wohl als zu nicht ganz geringem Teile annähernd zitronensäurelöslich und daher verhältnismässig gut von der Pflanze aufnehmbar ansehen müssen.

Wir halten es nun durchaus für möglich, dass die oben[3]) nachgewiesene Vermehrung des Ertrages an Rübenwurzeln durch die verstärkte Phosphorsäuredüngung verursacht wurde; dass die Blätter dabei einen nachweisbaren Mehrertrag nicht ergaben, würde zu den schon früher gebrachten Angaben[4]) über die Wirkung der Phosphorsäure durchaus passen, wie ja bei den höheren Gaben von Manganophosphat sich eine deutliche Verminderung der Blatternten herausstellte, während die Rübenernten der geringsten Mangangabe gegenüber eine vielleicht einigermassen deutliche Vermehrung erbrachten.[5]) Falls wirklich neben der Phosphorsäurewirkung auch eine reine Manganwirkung vorhanden sein sollte, so kann sie sich mit der Phosphorsäurewirkung überdecken, und wird natürlich kaum sicher zu ermitteln sein.

Wir wenden uns schliesslich dem Erfolge der Manganosulfatdüngung zu, in der Erwartung, hier etwas weniger von Nebenwirkungen gestörte Bilder erhalten zu können.

---

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 89, bringt reiche Fülle von Angaben der Forscher B. Tacke, Gerlach, Schneidewind, Haselhoff und Eberhart.

[2]) R. Abeggs Handbuch der anorganischen Chemie Bd. 4 (1913), II, S. 762/63, wo weitere Literatur.

[3]) S. 65.

[4]) S. 51 und 53.

[5]) S. 53.

	Rüben frisch	Rüben trocken	Blätter frisch	Blätter trocken	Gesamternte frisch	Gesamternte trocken
bei ohne Mangan, ein Gefäss ausgeschieden, gegen mit 1.5 g Mn als Manganosulfat mehr durch die Mangangabe	178 g ± 26.28	48 g ± 8.15	— 96 g ± 53.58	— 12 g ± 7.95	83 g ± 55.87	37 g ± 10.74
vierfache wahrscheinliche Schwankung . .	105.12	32.60	214.32	31.80	223.48	43.12

Gegenüber der manganfreien Reihe hat die Menge von 1.5 g Mn als Manganosulfat eine für die Rübenernte erheblich über die wahrscheinliche vierfache Schwankung hinausliegende Mehrernte gebracht. Dagegen ist die Blatternte stark vermindert, ohne dass dieser Befund infolge der grossen wahrscheinlichen Schwankungen genügend sichergestellt wäre. Die Gesamternte leidet gleichfalls hierdurch, wenn auch nicht ebenso stark; sie ist aber in ihrer Vermehrung als sicher bewiesen nicht anzusehen. Die weiteren Beobachtungen und Schlussfolgerungen für die Reihen mit Manganosulfat fanden bereits früher Behandlung. Höchstens mag an diesem Orte noch zu erwähnen sein, dass die Verdoppelung der kleinen Mangangabe kaum noch überhaupt einen Erfolg gegenüber der ohne Mangan verbliebenen Reihe erkennen lässt.

Wollen wir aus diesen langwierigen Überlegungen und Berechnungen, zu denen wir uns nur ungern entschlossen haben, um Klarheit zu schaffen, nun einen endgültigen Schluss ziehen, so kann es nur der folgende sein: Wie bereits B. Schulze feststellte, hat sich die Vermehrung der Ernte im wesentlichen nur bei den Rübenwurzeln, nicht aber bei den Blättern nachweisen lassen. Eine für uns bedeutungsvolle Vermehrung der Ernte selbst liegt indes gar nicht so häufig vor, wenn man bei der Beurteilung die nötige Vorsicht walten lässt. Eigentlich finden wir nur bei der mittelgrossen Gabe des Gemisches von Manganihydroxyd und Manganokarbonat, und bei der kleineren Düngung mit Manganosulfat ausreichend nachgewiesene Vermehrungen des Rübenwurzelertrages, während in beiden Fällen die Gesamternte einen zwar wahrscheinlichen, indes nicht sicher nachgewiesenen Mehrertrag aufweist.

Besonders im ersten Fall ist ausserdem die Möglichkeit, dass neben oder gar vor einer reinen Manganwirkung auch andere Einflüsse der Manganverbindungen die Ernte gesteigert

haben, nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen. — Was Manganonitrat und Manganophosphat anbetrifft, so muss der vorsichtige Beurteiler durchaus mit einem Einfluss der mit diesen Salzen verabfolgten, nicht geringen Stickstoff- und Phosphorsäuregaben rechnen; zur Beurteilung einer eigentlichen Manganwirkung sind demnach diese Reihen ungeeignet. Durch Aluminiumsulfat neben Manganosulfat konnte endlich ein einwandfrei nachzuweisender Vorteil nicht erreicht werden. Weitere, gelegentliche kleine Feststellungen findet man in der früheren Besprechung. — Wir sehen, unser in allerdings langwieriger und unbequemer Prüfung gewonnenes Ergebnis weicht recht erheblich von dem des Versuchsanstellers ab und bietet, zumal wenn man der hier und da hervorgehobenen Unvollkommenheiten der Versuche selbst gedenkt, keine sonderliche Stütze der Anschauungen von einer beachtenswerten Wirkung des Mangans an sich auf den landwirtschaftlichen Pflanzenwuchs. —

Die Versuche von O. FALLADA und I. K. GREISENEGGER[1]) werden erfreulicherweise nicht einen so umfangreichen Raum für ihre Prüfung und Beurteilung beanspruchen. Kurz gesagt sind die ihnen eigenen wahrscheinlichen Schwankungen derart gross, dass sie zu welch' auch immer beabsichtigter Schlussfolgerung völlig ungeeignet erscheinen. Wieder einmal ein Zeichen für die erheblichen Schwierigkeiten, welche gerade Vegetationsversuche mit Zuckerrüben zu bieten pflegen. Als Beweisführung seien nachstehend einige Berechnungen gegeben, die jedoch nur Stichproben darstellen sollen. Jeder Leser wird sich weitere Beweise für die soeben von uns geäusserte Ansicht verschaffen können.

	Erntegewicht der ganzen Pflanze	Erntegewicht der Wurzel	Zucker in der Rübe
	g	g	g
Mittel der ungedüngten Reihe	448.7	348.3	64.3
	± 62.59	± 48.99	± 8.60
Mittel, 50 kg $MnSO_4$ auf den Hektar .	462.1	362.3	67.4
	± 35.22	± 31.84	± 5.60
Mittel, 150 kg MnO_2 auf den Hektar .	458.2	367.3	70.1
	± 22.45	± 19.85	± 4.57
Mittel, 600 kg MnO_2 auf den Hektar .	308.9	221.4	41.8
	± 18.38	± 12.66	± 2.60

[1]) Österr.-Ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft Bd. 44 (1915), S. 383.

Die einzige Möglichkeit, überhaupt ein auch nur leidlich gesichertes Ergebnis zu erreichen, scheint für die Schädigung der Ernte durch die höchste Mangangabe vorzuliegen. Wir erhalten da:

weniger durch die Mangangabe . . .	139.8 g	126.9 g	22.5 g
	± 65.23	± 50.60	± 8.98
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	260.92	202.40	35.92

Also auch hier ist das gewonnene Ergebnis durchaus als unsicher anzusehen. Damit dürfen wir wohl von diesen Versuchen Falladas und Greiseneggers Abschied nehmen.

Es wären weiter die beiden, schon mehrfach genannten Abhandlungen von Th. Pfeiffer und E. Blanck zu besprechen. Dass sie, wie bei beiden Forschern nicht anders zu erwarten, mit viel Sorgfalt und Kritik nicht nur angestellt, sondern auch bearbeitet und besprochen worden sind, durfte bereits gesagt werden. Pfeiffer und Blanck haben nun bei ihren Versuchen des Jahres 1912, soweit Vegetationsgefässe zur Benutzung kamen, nur einmal, bei der höchsten Gabe von $MnCO_3$, eine unzweifelhafte Erntevermehrung feststellen können, ihr steht eine unzweifelhafte Schädigung der Pflanzen bei den höheren Manganosulfatgaben gegenüber. Bei Feldversuchen konnte von einer günstigen Wirkung der Mangandüngung „unter keinen Umständen die Rede sein".[1]) Und als diese Feldversuche ein weiteres Jahr mit Rüben fortgesetzt wurden, ergaben sich zwar Mehrernten durch die Mangandüngung, aber die Höhe der wahrscheinlichen Schwankungen war eine so beträchtliche, dass, wie Pfeiffer und Blanck sehr vorsichtig sagen, „die Möglichkeit, dass es sich nur um Scheinerfolge gehandelt haben könnte, nicht sicher auszuschliessen ist".[2]) Da indessen „die Mehrernte infolge der Mangangaben im günstigsten Falle bei den Rüben den 2.4fachen, und bei der Gesamttrockenmasse den 2.6fachen wahrscheinlichen Fehler erreicht",[2]) so möchten wir glauben, dass man mit dem gleichen Recht, wie wir das oben für Falladas und Greiseneggers letzte Versuchsreihe getan haben, die Anschauung vertreten darf, dass ein Erfolg der Mangangaben nicht nachgewiesen ist. Dass alle drei Versuchsreihen, worauf Pfeiffer und Blanck hinweisen, nach der gleichen Richtung liegen, vermehrt ja in gewissem Umfange die Wahrscheinlichkeit des

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77 (1912), S. 49/50.
[2]) Ebenda S. 61.

Ergebnisses; da indessen bereits bei dem fraglichen günstigsten Falle fünf Parallelstücke zu dem Mittelwert verarbeitet worden sind, dürfte die Genauigkeitssteigerung durch derartige Heranziehung weiterer Beobachtungen eine nur recht geringe sein[1]) und daher die Unsicherheit des Ergebnisses im wesentlichen bestehen bleiben.

So erschien 1912 die Verwertung von Pfeiffer und Blancks Versuchen zugunsten einer Mangandüngung kaum möglich. Denn die wenigen günstigen Wirkungen, die mit Sicherheit nachzuweisen waren, — nur die Erhöhung der Stroh- und Spreu-, und damit der Gesamternte bei $MnCO_3$ in höchster Gabe — werden durch entsprechende ungünstige Wirkungen aufgewogen.[2]) Im Jahr 1914 dagegen sind sowohl für Mangankarbonat bald bei der Korn-, bald bei der Stroh- oder Gesamternte über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinausliegende Ernteerhöhungen erzielt worden, wie besonders für Manganosulfat. Dies Versuchsergebnis steht somit in erheblichem Gegensatz zu dem des Jahres 1912, worauf Pfeiffer und Blanck auch selbst hinweisen, ohne eine ihnen selbst ausreichend erscheinende Erklärung beibringen zu können. So bleibt das Ergebnis auch hier ein noch immer nicht in erwünschtem Umfange überzeugendes. Andererseits ist natürlich bei unbefangener Würdigung dieser letzten Versuche nicht zu übersehen, dass ihr Gesamtausfall doch eine günstige Wirkung der Mangangaben auf die Ernte mehr und mehr als möglich erscheinen lässt. Trotzdem darf man die ganze Sachlage ungeachtet der vielen sorgfältigen und mühevollen Arbeit als noch durchaus ungeklärt bezeichnen.

Aus den neuerer Zeit angehörenden Arbeiten sei noch weiter eine Anzahl hervorgehoben, von denen zum Teil, wie bei P. Andouard[3]) und A. Carlier,[4]) mit auf ihren Wert nicht leicht zu beurteilenden Feldversuchen keine erheblichen Erfolge durch Mangandüngung erzielt wurden. Wertvoller und klarer im Ergebnis sind wohl ähnliche Arbeiten von O. Munerati,

---

[1]) Vergl. z. B. I. Busse, Die Ausgleichsrechnung, S. 13. (Stuttgart 1912, bei Ulmer.)

[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77 (1912), S. 49.

[3]) Bullet. de la Station Agronom. Loire-Inférieure 1910/11, S. 37 u. f.

[4]) Annales de Gembloux 1910, S. 423.

G. Mezzadroli und G. V. Zapparoli,[1]) die auch französischen Forschern, wie z. B. H. Pellet,[2]) Ursache zu Zweifeln an der bisherigen, der Manganwirkung günstigen Anschauung geben. Auch O. Reitmair[3]) vermochte in seinen Feldversuchen keine deutlichen Beweise für den Wert einer Mangandüngung zu erhalten, im Gegensatz zu H. Bartmann.[4]) Von den in Vegetationsgefässen durchgeführten und daher wohl besonders zu beachtenden Versuchen zeigten neue Ermittelungen von J. A. Voelker[5]) für Weizen jedenfalls weder eine Reiz- noch eine Giftwirkung des Mangans, und für die Manganwirkung sprechende Arbeiten von Clausen[6]) lassen recht wesentliche Einwände zu. J. J. Skinner und M. X. Sullivan wollen Reizwirkungen zwar feststellen, finden indessen günstige Erfolge einer Mangandüngung nur auf armen und extremen Böden.[7]) F. Mach[8]) konnte bei Vegetationsversuchen mit Tabak weder eine ertragssteigernde noch eine ertragsvermindernde Wirkung des Mangans wahrnehmen, und H. Vageler endlich[9]) war nicht in der Lage, in Wasserkulturen mit Sicherheit eine Reizwirkung des Mangans nachzuweisen, auch nicht bei Gefässkulturen auf Sand- wie auf Lehmboden eine Förderung von Hafer oder Lupinen durch Mangandüngung. In ähnlicher Weise blieb diese für Feldversuche erfolglos.

Die nun zu besprechenden eigenen Arbeiten werden, darüber sind wir uns im voraus klar, unser Urteil gleichfalls nicht völlig sicher gestalten. Nur in Einzelheiten mögen sie am Ende imstande sein, etwas grössere Klarheit zu schaffen.

Versuch des Jahres 1912.

In die üblichen, grossen Zinkgefässe, die nicht besonders durch inneren Lacküberzug geschützt waren, wurden mit dem

---

[1]) Stazioni sperimentali agrarie italiane Bd. 46 (1913), S. 486 u. f.
[2]) Bull. Associat. Chim. Sucr. et Distill. Bd. 31 (1913), S. 419.
[3]) Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich Bd. 13 (1913), S. 189.
[4]) Journal d'Agriculture pratique 1910, II, S. 666.
[5]) Journal of the Royal Agricultural Society of England Bd. 74 (1913), Seite 411 u. f.
[6]) Deutsche Landwirtschaftliche Presse Bd. 39 (1912), S. 1131.
[7]) Un. Stat. Rep. Agr. Bull. Bd. 42 (1914), nach Mitteilung der Deutschen landwirtschafts Gesellschaft 1914, S. 357.
[8]) Bericht der Grossherz. Badischen Versuchsanstalt Augustenberg 1911, Seite 69 u. f.
[9]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 88 (1916), S. 1 u. f.

von SEELHORSTschen Füllapparat[1]) 15 Kilo mehrfach gesiebte Komposterde bezw. 18 Kilo Göttinger Untergrundlehm eingefüllt. Lüftungseinrichtungen waren, wie gebräuchlich, eingesetzt, die Gefässe mit Kies auf 4 kg austariert. Durch Vermeidung von Ammoniakdüngung und ausreichende Kalkgaben sollten Schädigungen durch das ungeschützte Zink der Gefässe, oder überhaupt irgendwelche Einwirkungen desselben verhütet werden.[2]) Die Komposterde wies 67.41 % Trockenmasse auf, der Untergrundlehm 86.51 %. In Teilen der Trockenmasse nahm der Kompost 100.56 % Wasser auf, der Untergrundlehm 37 %. Als Wassergabe wurde für beide Bodenarten die Menge von 70 % der vollen Wasseraufnahmefähigkeit bestimmt, und durch häufiges Wiegen während des Wachstums der Pflanzen aufrecht erhalten. Eine Vermehrung der Wassergabe mit steigender Entwicklung der Pflanzen wurde, obwohl sie uns erwünscht erschien, absichtlich unterlassen, da die genaue Ermittelung der Gewichtsvermehrung der Einzelgefässe durch das Wachstum der Pflanzen nur ausführbar gewesen wäre, wenn erheblich mehr Platz zur Aufstellung von Vergleichsgefässen hätte benutzt werden können, eine unsichere Schätzung aber nicht benutzt werden sollte.[3]) Als Grunddüngung kam zur Anwendung:

1 g Kochsalz, 1 g sekundäres Kaliphosphat, 1 g Glaubersalz, 1 g Kalisalpeter, 10 g gefällter kohlensaurer Kalk, 2 g kohlensauere Magnesia, 15 g sekundäres Kalkphosphat;

dann in aufeinander folgenden Gaben:

am 29. April 2 g Kalisalpeter und 1 g sekundäres Kaliphosphat,
am 24. Mai $2^1/_2$ g Kalisalpeter und 1 g sekundäres Natronphosphat,
am 12. Juni 3 g Kalisalpeter und am 19. Juni 3 g Kalisalpeter,

zusammen also $11^1/_2$ g Kalisalpeter gleich nicht ganz 1.6 g Stickstoff in dem als „puriss. pro analysi“ benutzten Salze. Auch die übrigen Düngemittel wurden in gleicher Beschaffenheit, mit dem ihnen z. T. angehörenden Kristallwasser, benutzt. Als Mangandüngung diente ein Manganosulfat gleicher Beschaffenheit, das, wie bekannt, mit 5 Molekülen Wasser kristallisiert. Die benutzten 3 g dieses Salzes dürften daher 0.68 g Mn enthalten

[1]) Journal für Landwirtschaft Bd. 54 (1906), S. 83.
[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 72 (1910), S. 15.
[3]) Vergl. auch Journal für Landwirtschaft Bd. 63 (1915), S. 211/12.

haben, standen somit der Menge nach zwischen der zweiten und dritten von Pfeiffer und Blanck 1914 angewendeten Gabe, die beide zu den besten Erfolgen bei diesen Versuchen führten.

Zur Saat diente Noës Sommerweizen, von dem auf 50 Pflanzstellen je 2 Körner 2—$2^1/_2$ cm tief ausgelegt wurden, die in stark feuchtem Filtrierpapier zehn Stunden lang angequellt waren. Die Füllung der Gefässe fand am 1. April, die Aussaat am 2. April statt, vereinzelt und auf die Zahl von je 24 Pflanzen gebracht wurde der Sommerweizen am 24. April.

Von Beobachtungen während des Wachstums ist zu erwähnen, dass trotz der Stickstoffdüngung schon bei der Vereinzelung der Pflanzen die Kompostreihe deutlich kräftiger im Wuchse war. Seit Mitte Mai trat Mehltau auf, von dem leider das höchst ungünstig gelegene Göttinger Vegetationshaus kein Jahr verschont bleibt. Versuche mit Weizen und Gerste müssen daher in der Regel entweder völlig unterbleiben, oder vorzeitig beerntet werden, wenn man eine erhebliche Beeinflussung vermeiden will. Bis Anfang Juni hat sich der Mehltau an den unteren Stengel- und Blattteilen ziemlich verstärkt. Deshalb werden am 3. Juni die Gefässe erheblich weitläufiger gestellt, so dass auf einem Wagen nur eine einzige Reihe von 9 Gefässen steht. Um den 22.—24. Juni herum ist trotzdem der Mehltaubefall stärker geworden. Er nimmt dann aber wieder ab, oder tritt wenigstens zurück. Ernte am 8. August, die Untergrundreihe schon am 5. August.

Die nachfolgende Tabelle gibt die Erntewerte wieder:

(Siehe die Tabelle auf S. 74/75.)

Schon während der Wachstumszeit war es aufgefallen, dass die die Eckplätze einnehmenden Vegetationsgefässe einen besseren Stand zeigten, als die in der Reihe befindlichen. Auch nach dem Auseinandersetzen der Gefässe hatte sich dies nicht durchgreifend geändert, wie überhaupt der Anschein dahin ging, dass die Eckgefässe weniger von dem Mehltaubefall zu leiden hatten. Es hat sich dies denn auch in den Erntemengen der Gefässe gezeigt, und die Ausgeglichenheit der Parallelernten erheblich beeinträchtigt. Man kann nun für die Verarbeitung der Versuchsergebnisse entweder die an Eckplätzen befindlichen

Nr.	Sonderzusatz zum Erdboden	Sonderbehandlung und Stellung des Gefässes	Grunddüngung	Sonderdüngung	Ernte an Körnern: lufttrocken g	Trockenmasse %	Trockenernte g	Stickstoff %	Stickstoffernte g	Mangan in zehntausendstel %
145	keiner, nur Kompost-erde	nur Eckplatz	gegeben	keine	95.3	85.8	81.77	2.3925	1.9564	15
146		nur Mittelplatz			80.3	85.95	69.02	2.553	1.7621	15
147		„ „			75.7	85.85	64.99	2.674	1.7378	12
		Durchschnitt:			83.8		71.93 ± 3.41		1.8188 ± 0.0466	14
151	keiner, nur Kompost-erde	nur Mittelplatz	gegeben	je 3 g $MnSO_4$	81.6	85.85	70.05	2.583	1.8094	14
152		„ „			77.5	86.45	67.00	2.6475	1.7738	15
153		nur Eckplatz			91.6	88.25	80.84	2.5577	2.0660	17
		Durchschnitt:			83.6		72.63 ± 2.83		1.8833 ± 0.0623	15
154	keiner, nur Göttinger Untergrundlehm	nur Eckplatz	gegeben	keine	76.2	89.3	68.05	2.0605	1.4022	19
155		nur Mittelplatz			57.6	86.9	50.05	2.401	1.2019	18
156		„ „			62.4	89.4	55.79	2.2455	1.2528	15
		Durchschnitt:			65.4		57.96 ± 3.58		1.2856 ± 0.0405	17
161	keiner, nur Göttinger Untergrundlehm	nur Mittelplatz	gegeben	je 3 g $MnSO_4$	65.9	86.65	57.10	2.223	1.2693	16
162		„ „			59.3	86.35	51.21	2.343	1.2000	20
163		nur Eckplatz			69.6	87.45	65.59	2.228	1.4620	19
		Durchschnitt:			64.9		57.97 ± 2.81		1.3104 ± 0.0528	18

Gefässe, die zweifellos in diesem Fall[1]) durch das Zusammentreffen des Mehltaubefalles und ihrer Stellung sich unter besonderen Verhältnissen befunden haben, und nicht mit den auf Mittelplätzen befindlichen Gefässen zu vergleichen sind, ausschalten und für sich betrachten; dies wird das Richtigere sein. Man kann aber schliesslich auch den gewöhnlichen Durchschnitt zur Beurteilung heranziehen. Um etwaigen Beanstandungen möglichst sicher zu entgehen, werden wir beide Verfahren in Anwendung bringen, wie dies PFEIFFER und BLANCK auch für empfehlenswert hielten.[2])

[1]) Nicht in jedem Fall muss die Einnahme von Eckplätzen so grossen Einfluss ausüben; vergl. dazu auch die Ausführungen weiter unten, S. 90, 111 u. später.

[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 264/65.

Ernte an Stroh					Mangan in zehntausendstel %	Gesamternte		
luftrocken g	Trockenmasse %	Trockenernte g	Stickstoff %	Stickstoffernte g		luftrocken g	Trockenernte g	Stickstoffernte g
195.0	92.9	181.16	0.592	1.0725	24	290.3	262.93	3.0289
173.0	91.4	158.13	0.7005	1.1078	28	253.3	227.15	2.8699
171.0	92.3	157.83	0.737	1.1632	17	246.7	222.82	2.9010
179.7		165.71 ± 5.21		1.1145 ± 0.0178	23	263.4	237.63 ± 8.57	2.9333 ± 0.0328
182.5	93.25	170.18	0.762	1.2968	23	264.1	240.23	3.1062
179.0	90.2	161.48	0.7785	1.2570	18	256.5	228.46	3.0308
198.5	92.55	183.71	0.622	1.1427	22	290.1	264.55	3.2087
186.7		171.78 ± 4.36		1.2322 ± 0.0311	21	270.2	244.42 ± 7.16	3.1152 ± 0.0348
122.5	91.3	111.84	0.5605	0.6269	13	198.7	179.89	2.0291
101.0	92.4	93.32	0.772	0.7204	15	158.6	143.37	1.9223
108.0	90.3	97.52	0.671	0.6544	15	170.4	153.31	1.9072
110.5		100.89 ± 3.78		0.6672 ± 0.0187	14	175.9	158.86 ± 7.35	1.9529 ± 0.0259
115.0	91.8	105.57	0.6695	0.7068	15	180.9	162.67	1.9761
106.0	93.15	98.74	0.7065	0.6976	15	165.3	149.95	1.8976
120.5	92.15	111.04	0.604	0.6707	15	190.1	176.63	2.1327
114.0		105.12 ± 2.40		0.6917 ± 0.0231	15	178.8	163.08 ± 5.27	2.0022 ± 0.0466

Betrachtet man zunächst die Mittel der gesamten Reihen, ohne einzelne Gefässe auszuschalten und für sich zu prüfen, so ergibt sich bereits aus den wahrscheinlichen Schwankungen der Mittel, dass für die Ernten an Trockenmasse ein auch nur einigermassen sicherer Nachweis der Mehrernte durch die Mangangabe ausgeschlossen ist. Aber auch die Körner-Stickstoffernte ist in gleicher Weise zu beurteilen. Allein für die Stroh-Stickstoffernte und die Stickstoffgesamternte verlohnt sich eine nähere Prüfung. Wir verzeichnen:

(Siehe die tabellarische Zusammenstellung auf S. 76 oben.)

Keine der festgestellten Erntevermehrungen liegt demnach ausserhalb der vierfachen wahrscheinlichen Schwankung, die Vermehrung bei der Untergrundlehmreihe sogar in beiden Fällen innerhalb der einfachen.

	Kompostreihe.		Untergrundlehmreihe.	
	Strohernte Stickstoff	Gesamternte Stickstoff	Strohernte Stickstoff	Gesamternte Stickstoff
	g	g	g	g
mit Manganosulfat .	1.2322	3.1152	0.6917	2.0022
ohne Manganosulfat	1.1145	2.9333	0.6672	1.9529
mehr durch Manganosulfat	0.1177	0.1819	0.0245	0.0493
	± 0.0358	± 0.0478	± 0.0297	± 0.0533
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	0.1432	0.1912	0.1188	0.2132

Eine weitere Besprechung sei an diese Folgerungen indessen nicht geknüpft, da wir eine Ausschaltung und besondere Besprechung der Ernten der Vegetationsgefässe auf Eckplätzen für unbedingt geboten halten.

Die Eckgefässe für sich ergeben folgende Werte:

	Körner		Stroh		Zusammen	
	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff
	g	g	g	g	g	g
Kompostreihe						
ohne Manganosulfat	81.77	1.9564	181.16	1.0725	262.93	3.0289
mit Manganosulfat .	80.84	2.0660	183.71	1.1427	264.55	3.2087
mehr durch das Manganosulfat . . .	— 0.93	0.1096	2.55	0.0702	1.62	0.1798
Untergrundlehmreihe						
ohne Manganosulfat	68.05	1.4022	111.84	0.6269	179.89	2.0291
mit Manganosulfat .	65.59	1.4620	111.04	0.6707	176.63	2.1327
mehr durch das Manganosulfat . . .	— 2.46	0.0598	— 0.80	0.0438	— 3.26	0.1036

Es würde hier zumeist eine Verminderung der Trockenernte, dagegen eine Vermehrung der Stickstoffausbeute vorliegen, was zu Pfeiffer und Blancks Feststellungen nicht gut stimmen würde.[1]) Die Abweichungen sind indessen überhaupt sehr gering, und nicht grösser, als sie bei Parallelgefässen auch vorkommen können.

Die Mittelgefässe führten zu den folgenden Durchschnittszahlen:[2])

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 273.

[2]) Die also das Mittel aus je zwei Parallelgefässen bilden.

Kompostreihe.

	Körner		Stroh		Zusammen	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
ohne Manganosulfat	67.01	1.7500	157.98	1.1355	224.99	2.8855
	± 1.36	± 0.0082	± 0.10	± 0.0187	± 1.46	± 0.0105
mit Manganosulfat .	68.53	1.7916	165.82	1.2769	234.35	3.0685
	± 1.03	± 0.0120	± 2.94	± 0.0134	± 3.97	± 0.0254
mehr durch das Manganosulfat . . .	1.52	0.0416	7.84	0.1414	9.36	0.1830
	± 1.71	± 0.0145	± 2.94	± 0.0230	± 4.23	± 0.0275

Untergrundlehmreihe.

	Körner		Stroh		Zusammen	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
ohne Manganosulfat	52.92	1.2274	95.42	0.6874	148.34	1.9148
	± 1.93	± 0.0172	± 1.42	± 0.0222	± 3.15	± 0.0051
mit Manganosulfat .	54.16	1.2347	102.16	0.7022	156.32	1.9369
	± 1.99	± 0.0234	± 2.31	± 0.0031	± 4.29	± 0.0265
mehr durch das Manganosulfat . . .	1.24	0.0073	6.74	0.0148	7.98	0.0221
	± 2.77	± 0.0275	± 2.71	± 0.0224	± 5.32	± 0.0270

Beim ersten Blick ist das Ergebnis ein für die Mangandüngung recht günstiges, weil durchgehends Erntevermehrungen durch das Mangan veranlasst zu sein scheinen. Indessen kann der in der Kritik von Versuchszahlen einigermassen geübte Blick doch schon an den Einzelzahlen unserer Haupttabelle bemerken, dass die Ergebnisse mit nicht unerheblichen Schwankungen behaftet sein müssen. Wir haben nun die wahrscheinlichen Schwankungen berechnet, um wenigstens einen ungefähren Anhalt zur Beurteilung der Genauigkeit der Ergebnisse zu besitzen, obwohl wir wissen, dass bei nur zwei Parallelbestimmungen eine derartige Berechnung theoretisch nicht mehr zulässig ist. Sie soll auch nur eine weitere Stütze für die ohnehin aus der Beurteilung der Abweichungen der Parallelernten voneinander zu ziehenden Schlüsse sein, besonders deshalb, weil die subjektive Ansicht des Beurteilers dadurch ausgeschaltet wird. Man hat ähnlich schon öfters, und nach Ansicht einer ganzen Reihe von Berufsgenossen mit einem

gewissen Recht verfahren müssen, wo eben nicht mehr als zwei Parallelbestimmungen für ein Urteil heranzuziehen waren. So glauben wir auch dadurch, dass wir hier die wahrscheinliche Schwankung durch Benutzung der abgekürzten Formel: halbe Differenz mal 0.674 ermitteln, unser Urteil sicherer zu gestalten.

Unter Berücksichtigung der so erhaltenen, wahrscheinlichen Schwankungen zeigt sich nun, dass die Manganwirkung nur in ganz wenigen Fällen die vierfache wahrscheinliche Schwankung übersteigt, und häufig nicht einmal über die doppelte hinausgeht, ja zum Teil noch von der einfachen umschlossen wird. Für die Untergrundlehmreihe ist demnach von einer auch nur einigermassen wahrscheinlich gemachten Manganwirkung nicht die Rede mehr, und auch bei der Kompostreihe ist es nur die Ernte an Stickstoff im Stroh, und im Anschluss daran die Gesamtstickstoffernte, die eine als gesichert anzusehende Erhöhung aufweist. Hierin ähneln sich überhaupt die aus den Werten der Eckplatz- und Mittelplatzgefässe zu ziehenden Schlüsse. Allenthalben bei der Kompostreihe scheinen besonders die Stickstoffernten durch die Manganosulfatgabe gefördert zu sein. Man mag dazu noch annehmen, dass jedenfalls die Ernten an Körnern weitaus am wenigsten die Annahme einer günstigen Wirkung der Mangangabe aufkommen lassen können. Eine vermehrte Begünstigung des Strohes scheint mir übrigens auch aus den Zahlen von Pfeiffer und Blanck hervorzugehen.[1]) Dagegen entsinnen wir uns, dass B. Schulze bei seinen Zuckerrübenversuchen gerade für die Blätter keine Wirkung des Mangans beobachtete.[2]) Dass bei unseren Versuchen sich besonders die Stickstoffernten erhöht zeigen, dagegen keine Vermehrung des Mangans in der Pflanze nachzuweisen war, spricht wohl für die Möglichkeit, dass auch eine blosse Wirkung der Mangansalzgabe auf den Basenaustausch und die Freimachung von Pflanzennährstoffen zur Erklärung der Ernteerhöhungen ausreicht.[3]) Damit seien die Versuche des Jahres 1912 verlassen, die ja

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 265; Bd. 77 (1912), S. 49.

[2]) Ebenda Bd. 87 (1915), S. 9.

[3]) Die von L. Bernardini vertretene Ansicht, vergl. Stazioni sperimentali agrarie italiane Bd. 43 (1910), S. 217, als vermöge Mangan erheblich stärker und mehr als nach Äquivalenten am Basenaustausch im Boden teilzunehmen, wollen wir uns deswegen aber noch nicht zu eigen machen.

leider in mehrfacher Beziehung[1]) als für scharfe Kritik nicht ganz ausreichend bezeichnet werden müssen.

Doch soll nun damit durchaus nicht gesagt sein, dass wir die Versuche für völlig unbrauchbar halten. Denn die Ernten sind trotz der Mehltaubeschädigung als recht ausreichend zu bezeichnen, und die gesonderte Berücksichtigung der Mittel- und Eckgefässe lässt sich durchaus vertreten.

Versuche des Jahres 1913.

Wieder wurden die üblichen, grossen Gefässe und Einsätze aus Zink benutzt, indessen doppelt mit Eisenlack lackiert, wo sie mit dem Boden in Berührung kommen konnten, die Einsätze auch in den Röhren. Die Füllung erfolgte mit dem von Seelhorstschen Füllapparat am 4. April 1913. Als Boden diente diesmal nur der auch sonst hier häufig benutzte Göttinger Untergrundlehmboden, doch wurde zum Teil aus später zu besprechenden Gründen Sand und Kompost hinzugefügt. Das normal gefüllte Gefäss enthält bei 4 Kilo Tara 19 Kilo Erde mit 12.00 % Wassergehalt, also 16.72 kg Erdtrockenmasse. Diese nimmt 38.46 % ihres Gewichtes an Wasser auf. Da 60 % der Wasserfassungskraft als Mafsstab für die Bewässerung dienen sollen, so erhält der Trockenboden 3.86 Kilo Wasser, und häufiges Auswiegen dient zur Beibehaltung dieser Bodenfeuchtigkeit. Diesmal wurde mit beginnender Ausbildung der Rispen des zur Saat benutzten Göttinger Hafers fürs Gefäss die Menge von 400 g Wasser fürs Gefäss hinzugefügt, um einen ungefähren Ausgleich für die Pflanzenmasse zu erreichen, die zum Gewichte der Gefässe hinzugekommen war. Doch unterblieb diese Zugabe auf den Gefässen ohne Grunddüngung, für die ohnehin nur eine mässige Ernte erwartet werden konnte, und wurde hier durch nur 150 g Wasser ersetzt.

Auf das Gefäss wurden in 25 Löcher je zwei ausgesuchte Körner von Göttinger Hafer gelegt, und zwar am 5. April. Der Aufgang fand um den 17./18. April statt. Am 29. April begann das Auswiegen der Gefässe. Dabei wurde festgestellt, dass bei dem bislang angewandten Überbrausen der jungen Pflanzen Gefäss 190 ein wenig über die festgestellte Wassermenge er-

[1]) Einmal der Unterschied von Mittel- und Eckgefässen, der durch den Mehltaubefall so stark gesteigert wurde, und dann der Mehltaubefall selbst.

halten hatte. Nach kurzer Zeit war diese Überschreitung wieder beseitigt, und kann wohl keinerlei Schaden verursacht haben. Am 2. Mai wurden die Pflanzen auf 25 Stück fürs Gefäss vereinzelt, die beseitigten Pflanzen zerschnitten und auf die zugehörigen Gefässe gelegt. Vom 22. Mai an deutliches Zurückbleiben der Gefässe 185—188 und 190—193, die ohne Grunddüngung verblieben sind. Gefäss 310 zeigt am 27. Mai undichte Stellen. Es wird vorsichtig verlötet, und ist nun dicht. Da die Gefässe regelmässig beobachtet wurden, ist es unwahrscheinlich, dass 310 längere Zeit undicht war. Gegen Mitte bis Ende Juli laufen die Gefässe 174 und 176 kurze Zeit. Sobald es bemerkt wird werden sie durch vorsichtiges Zulöten geschlossen. Ernte am 7. August, Ernte der Gefässe ohne Grunddüngung schon am 5. August.

Als Grunddüngung wurde fürs Gefäss verabfolgt:

als Pulver:	15 g	sekundäres Calciumphosphat,
	20 „	gefällter kohlensaurer Kalk,
	2 „	kohlensauere Magnesia;
als Lösung:	1 g	Kochsalz,
	2 „	sekundäres Kaliphosphat,
	1 „	Glaubersalz.
Ferner noch am 4. Juni	2 g	sekundäres Kaliphosphat,
am 21. Juni	2 „	„ „ und 2 g Chlorkalium.

Ausserdem an Stickstoffdüngung:

beim Ansetzen	je 5 g	Kalisalpeter,
am 4. Juni	„ 5 „	„
„ 21. „	„ 5 „	„

im ganzen, da reinste Salze „pro analysi“ verwendet wurden, annähernd 2.08 g Stickstoff. Die Gefässe, welche keine Mangangabe erhielten, wurden mit je 4 g Gips versehen, damit so die im Manganosulfat verabfolgte Schwefelsäure einen Ausgleich finde. Die Mangandüngung wurde höher als das vorige Mal, auf 5 g Manganosulfat fürs Gefäss bemessen, da durch Untersuchung auf das in den Pflanzen enthaltene Mangan beim Versuche des Jahres 1912 keinerlei Vermehrung desselben für die mangangedüngten Gefässe festgestellt werden konnte. Das Gefäss erhielt demnach etwa 1.13 g Mn. Da diese Gabe auf einem Lehmboden verabreicht wurde, und PFEIFFER und BLANCK ihre besten Erfolge auf Sandkulturgefässen mit 0.25—1.00 g Mn erzielten,[1]) so durfte

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 260 und 265.

mit Recht eine noch durchaus günstige Wirkungsmöglichkeit für das Mangan angenommen werden. Irgend welche Krankheiten und Schädigungen der Versuchspflanzen wurden nicht weiter wahrgenommen. Es folgen nun die Ernteergebnisse, zugleich ist aus der Aufstellung auch die Anlage des Versuches selber zu ersehen, über die noch einige Worte erwähnt seien:

Da im Vorjahre eine merkbare Einwirkung der Eckplätze auf den Wagen für die Vegetationsgefässe hatte beobachtet werden können, wurden diesmal sowohl Versuchsreihen auf Eckplätzen, wie auf Mittelplätzen durchgeführt. Allerdings schien es nicht wahrscheinlich, dass der Einfluss dieser Stellung, und der damit beim Heranwachsen der Pflanzen zusammenhängenden stärkeren oder schwächeren Beschattung stets ein so deutlicher sein würde, wie beim Versuch des Jahres 1912. Wie bereits erwähnt, war damals Mehltaubefall an dem benutzten Sommerweizen aufgetreten, und hatte, im Verein mit der feuchten Witterung und der starken Stickstoffdüngung, sich besonders dort etwas stärker ausbreiten können, wo seitliche Beschattung und seitlicher Windschutz fördernd hinzutreten konnte. Das Zusammentreffen von Mehltaubefall und ungünstiger Lage des Göttinger Vegetationshauses schuf demnach erst die Gelegenheit dafür, dass die Stellung auf Eck- oder Mittelplätzen sich so deutlich geltend zu machen vermochte. Später wird in einer besonderen kleinen Abhandlung noch dieser und anderer für die Methodik des Vegetationsversuchs beachtenswerter Fragen zu gedenken sein.[1]) Jedenfalls wurden jetzt, 1913, besondere Versuche auf Eck- und auf Mittelplätzen durchgeführt. Weiterhin galt es, im Anschluss an bereits 1912 durchgeführte Versuche, den Einfluss der direkten Sonnenbestrahlung der Zinkgefässe zu untersuchen. Auch hierüber wird in der bereits erwähnten Abhandlung über die Methodik des Vegetationsversuches näher gesprochen. Hier haben diese Versuche nur insofern Bedeutung, als sie Material über die Wirkung der Mangangabe bieten, denn jedesmal ist auch hier eine Reihe mit, und eine Reihe ohne Mangandüngung vorgesehen worden. Endlich sollte geprüft werden, ob das Mangansalz vielleicht irgendwie günstig auf die physikalische Beschaffenheit des Bodens zu wirken vermöge. Der Göttinger Untergrundlehm bietet zwar

[1]) Siehe unten im gleichen Bande.

nicht gerade ausnahmsweise ungünstige Strukturverhältnisse dar, verkrustet indessen ziemlich leicht, besonders wenn häufig oder meistenteils von oben begossen wird. Eine Verbesserung seiner Krümelung und seiner sonstigen, physikalischen Eigenschaften wurde aber bereits bei früheren Versuchen durch Kompost und Kalk erreicht und mit leidlicher Sicherheit nachgewiesen.[1]) Somit läge es nahe, dass vielleicht auch durch Mangansalze eine günstige Wirkung in der Richtung der physikalischen Bodenbeschaffenheit möglich wäre. Deshalb wurde eine besondere Reihe angesetzt, in der durch Beimengung von je 1 Kilo Sand und 1 Kilo Kompost und Fortlassung von 2 kg Erde für derartige Beeinflussung günstigere physikalische Bodenbeschaffenheit angestrebt wurde. Der Kompost war gut durchgesiebt.[2]) Auch diese Reihe erhielt zum Teil Mangansalz, zum Teil blieb sie ohne solches.

(Siehe die Tabelle auf S. 84—87.)

Zunächst war zu prüfen gewesen, wie sich das Mangansalz ohne irgendwelche Beidüngung auf dem immerhin ziemlich nährstoffarmen Boden betätigen würde. Ein solcher Versuch war bislang von uns noch gar nicht ausgeführt worden, und auch bei Pfeiffer und Blanck hatte die Prüfung nur unter gleichzeitiger Verabreichung einer Grunddüngung stattgefunden. Es lag die Möglichkeit vor, dass gerade bei Abwesenheit leichter aufnehmbarer Pflanzennahrung die von verschiedenen Seiten vermutete, günstige Manganwirkung stärker hervortreten würde. Einmal konnte das Leben der Kleinlebewesen im Boden, und damit die Umsetzung von Pflanzennährstoffen in ihm gefördert werden, dann aber die Wurzeltätigkeit, Atmung wie Bildung organischer Säuren, so dass derart gerade in einem an leichter löslichen Pflanzennährstoffen armen Boden das Mangan besonderen Einfluss ausüben musste.[3]) Auch ein Einfluss in der Richtung

---

[1]) Journal für Landwirtschaft Bd. 61 (1913), S. 329, 334—337, 355.

[2]) In diesen, wie in früheren Fällen verdanken wir den Kompost dem freundlichen Entgegenkommen von Herrn Geheimrat von Seelhorst, dem wir auch hier noch unseren besten Dank abstatten wollen.

[3]) Auch neueste Versuche über Manganwirkung aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika geben in ihrer Erläuterung dieser Ansicht erneut Ausdruck, wenn auch unter Hervorhebung besonderer Gesichtspunkte. Vergl. J. J. Skinner und M. X. Sullivan, a. a. O. Ähnlich etwa V. Vincent, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Bd. 162 (1916), S. 259.

des Basenaustausches, wie wir geglaubt hatten, ihn im Vorjahre beobachten zu können, musste sich derart deutlicher zeigen, als bei Anwesenheit grösserer Mengen der ihrerseits auch Basenaustausch ermöglichenden Salze einer Grunddüngung. Diese Gefässreihen ohne Grunddüngung standen auf Mittelplätzen. So war auf diese Weise, wie auch durch die Auswahl der Nachbargefässe dafür gesorgt, dass sie unter möglichst gleichen Bedingungen wuchsen. Die Ernteergebnisse waren im Mittel:

Lehmboden ohne Grunddüngung.

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff
	g	g	g	g	g	g
mit 5 g Manganosulfat	13.27	0.1766	24.01	0.0824	37.27	0.2590
	± 0.25	± 0.0015	± 0.34	± 0.0009	± 0.57	± 0.0020
ohne Manganosulfat[1])	12.76	0.1677	23.48	0.0710	36.24	0.2386
	± 0.16	± 0.0022	± 0.16	± 0.0009	± 0.33	± 0.0028
mehr durch die Mangangabe	0.51	0.0089	0.53	0.0114	1.03	0.0204
	± 0.30	± 0.0027	± 0.38	± 0.0013	± 0.66	± 0.0034
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	1.20	0.0108	1.52	0.0052	2.64	0.0136

Eine sicher nachgewiesene, über die vierfache wahrscheinliche Schwankung erheblich hinausliegende Erntevermehrung finden wir bei der Stickstoffernte des Strohes, und anschliessend bei der Gesamtstickstoffernte. Aber auch die Vermehrung der Körnerstickstoffernte durch das Manganosulfat liegt noch über den dreifachen wahrscheinlichen Fehler hinaus. Wir finden demnach hier, wo verhältnismässig günstige Bedingungen für das Hervortreten der Wirkung des Basenaustausches absichtlich geschaffen wurden, eine voraussichtlich auf ihn zurückzuführende Erntevermehrung ganz entsprechend dem Ergebnis des vorigen Versuchsjahres. Irgend eine Wirkung des Mangansalzes auf die Vermehrung der Ernte an Trockenmasse ist jedoch, wieder wie im Vorjahre, nicht nachzuweisen, wenigstens nicht mit auch nur einiger Sicherheit.

Wir entsinnen uns,[2]) dass auch bei den Versuchen des Jahres 1912 wir als eigentlich einzige Wirkung der Mangan-

[1]) Auch ohne den sonst in Ergänzung der Schwefelsäure des Manganosulfats verabfolgten Gips.

[2]) Vergl. oben S. 78.

Nr.	Sonderzusatz zum Erdboden	Sonderbehandlung und Stellung des Gefässes	Grunddüngung	Sonderdüngung	Ernte an Korn: lufttrocken g	Trockenmasse %	Trockenernte g	Stickstoff %	Stickstoff g	Mangan in zehntausendstel %
185	keiner	Mittelplatz	keine	5 g $MnSO_4$	15.5	89.72	13.91	1.316	0.1831	36
186		„			13.7	89.27	12.23	1.420	0.1742	38
187		„			15.1	89.63	13.53	1.291	0.1747	36
188		„			15.0	89.32	13.40	1.300	0.1742	38
				Mittel:	14.8		13.27		0.1766	37
190	keiner	Mittelplatz	keine	keine, auch kein Gips	13.6	89.35	12.15	1.319	0.1603	37
191		„			14.8	89.92	13.31	1.248	0.1661	34
192		„			14.5	89.10	12.92	1.363	0.1761	36
193		„			14.3	88.52	12.66	1.328	0.1681	35
				Mittel:	14.3		12.76		0.1677	36
303	keiner	Eckplatz	gegeben	5 g $MnSO_4$	75.1	89.83	67.46	2.380	1.6056	32
304		„			70.3	88.84	62.46	2.393	1.4947	33
319		„			77.2	89.20	68.86	2.297	1.5817	33
320		„			75.7	89.18	67.51	2.320	1.5662	33
				Mittel:	74.6		66.57		1.5621	33
171	keiner	Eckplatz	gegeben	keine, aber Gips	73.0	89.84	65.58	2.320	1.5215	29
172		„			74.3	88.91	66.06	2.309	1.5253	28
194		„			81.3	88.58	72.01	2.235	1.6094	28
195		„			78.3	90.34	70.74	2.230	1.5775	29
				Mittel:	76.7		68.60		1.5584	29
305	keiner	Mittelplatz	gegeben	5 g $MnSO_4$	74.4	89.01	66.22	2.293	1.5184	34
306		„			68.2	90.04	63.41	2.364	1.4990	32
307		„			72.7	88.76	64.53	2.361	1.5236	33
308		„			65.5	89.43	58.58	2.419	1.4171	30
				Mittel:	70.2		63.19		1.4895	32

Ernte an Stroh					Mangan in zehntausendstel %	Gesamternte			Benachbarte Pflanzen sind:
lufttrocken	Trockenmasse	Trockenmasse	Stickstoff	Stickstoff		lufttrocken	Trockenmasse	Stickstoff	
g	%	g	%	g		g	g	g	
26.1	96.18	25.10	0.334	0.0830	18	41.6	39.01	0.2669	rechts niedrig, links hoch.
23.8	95.81	22.80	0.353	0.0805	23	37.5	35.03	0.2547	desgl.
25.7	95.20	24.46	0.349	0.0854	22	40.8	37.99	0.2601	beiderseits niedrig.
24.6	96.19	23.66	0.338	0.0800	20	39.6	37.06	0.2542	desgl.
25.1		24.01		0.0824	21	39.9	37.27	0.2590	
23.7	96.48	22.87	0.301	0.0688	18	37.3	35.02	0.2291	beiderseits niedrig.
24.9	96.08	23.92	0.306	0.0732	19	39.7	37.23	0.2393	desgl.
24.9	95.78	23.85	0.307	0.0732	18	39.9	36.77	0.2493	rechts hoch, links niedrig.
24.4	95.42	23.28	0.295	0.0687	19	38.7	35.94	0.2368	desgl.
24.5		23.48		0.0710	19	38.8	36.24	0.2386	
91.5	97.36	89.08	0.493	0.4392	32	166.6	156.54	2.0448	rechts frei, links hoch.
96.9	96.82	93.82	0.567	0.5320	32	167.2	156.28	2.0267	desgl.
94.2	97.16	91.52	0.457	0.4183	29	171.4	160.38	2.0000	links frei, rechts hoch.
91.0	95.14	86.58	0.476	0.4121	30	166.7	154.09	1.9783	desgl.
93.4		90.25		0.4504	31	168.0	156.82	2.0125	
90.2	98.43	88.78	0.574	0.5096	23	163.2	154.36	2.0311	links frei, rechts hoch.
90.3	96.15	86.82	0.555	0.4819	22	164.6	152.88	2.0072	desgl.
96.7	96.15	92.98	0.524	0.4872	22	178.0	164.99	2.0966	rechts frei, links niedrig.
92.7	94.86	87.94	0.556	0.4890	20	171.0	158.68	2.0665	desgl.
92.5		89.13		0.4919	22	169.2	157.73	2.0503	
91.8	94.76	86.99	0.543	0.4724	29	166.2	153.21	1.9908	beide Seiten hoch.
97.5	95.74	93.34	0.566	0.5302	29	165.7	156.75	2.0292	desgl.
88.9	93.78	83.37	0.515	0.4294	32	161.6	147.90	1.9530	desgl.
86.5	97.11	84.00	0.633	0.5317	33	152.0	142.58	1.9488	desgl.
91.2		86.93		0.4909	31	161.4	150.11	1.9805	

Nr.	Sonderzusatz zum Erdboden	Sonderbehandlung und Stellung des Gefässes	Grunddüngung	Sonderdüngung	Ernte an Korn: lufttrocken g	Trockenmasse %	Trockenernte g	Stickstoff %	Stickstoff g	Mangan in zehntausendstel %
173	keiner	Mittelplatz	gegeben	keine, aber Gips	72.6	88.99	64.53	2.405	1.5520	32
174	keiner	"	gegeben	keine, aber Gips	[53.1 / 4.4 [1]	89.99	57.32	2.449	1.4038	28
175	keiner	"	gegeben	keine, aber Gips	71.4	89.28	63.75	2.378	1.5160	32
176	keiner	"	gegeben	keine, aber Gips	75.5	89.15	67.31	2.314	1.5576	32
			Mittel:		73.2		65.20		1.5419	31
177	keiner	Holzschutzkasten, Mittelplatz	gegeben	5 g $MnSO_4$	73.3	89.46	65.57	2.268	1.4871	34
178	keiner	Holzschutzkasten, Mittelplatz	gegeben	5 g $MnSO_4$	73.0	89.75	65.52	2.279	1.4932	29
180	keiner	Holzschutzkasten, Mittelplatz	gegeben	5 g $MnSO_4$	71.6	89.45	64.05	2.196	1.4065	33
197	keiner	Holzschutzkasten, Mittelplatz	gegeben	5 g $MnSO_4$	73.8	89.62	66.14	2.185	1.4452	32
			Mittel:		72.9		65.32		1.4580	32
181	keiner	Holzschutzkasten, Mittelplatz	gegeben	keine, aber Gips	69.6	89.01	61.95	2.271	1.4069	28
182	keiner	Holzschutzkasten, Mittelplatz	gegeben	keine, aber Gips	71.6	89.34	63.97	2.334	1.4931	29
183	keiner	Holzschutzkasten, Mittelplatz	gegeben	keine, aber Gips	72.7	89.34	64.95	2.259	1.4672	27
184	keiner	Holzschutzkasten, Mittelplatz	gegeben	keine, aber Gips	70.3	89.05	62.60	2.331	1.4592	34
			Mittel:		71.1		63.37		1.4566	30
309	je 1 kg Sand u. 1 kg Kompost mehr, 2 kg Erde weniger	Mittelplatz	gegeben	5 g $MnSO_4$	70.0	89.81	62.87	2.441	1.5347	35
310	je 1 kg Sand u. 1 kg Kompost mehr, 2 kg Erde weniger	"	gegeben	5 g $MnSO_4$	[60.6	90.18	54.65	2.550	1.3936	33
311	je 1 kg Sand u. 1 kg Kompost mehr, 2 kg Erde weniger	"	gegeben	5 g $MnSO_4$	71.4	89.53	63.92	2.364	1.5111	29
312	je 1 kg Sand u. 1 kg Kompost mehr, 2 kg Erde weniger	"	gegeben	5 g $MnSO_4$	63.0	88.86	55.98	2.393	1.3396	32
			Mittel:		68.1		60.92		1.4618	32
313	je 1 kg Sand u. 1 kg Kompost mehr, 2 kg Erde weniger	Mittelplatz	gegeben	keine, aber Gips	68.7	88.75	60.97	2.437	1.4858	26
314	je 1 kg Sand u. 1 kg Kompost mehr, 2 kg Erde weniger	"	gegeben	keine, aber Gips	72.8	88.93	64.74	2.413	1.5622	32
315	je 1 kg Sand u. 1 kg Kompost mehr, 2 kg Erde weniger	"	gegeben	keine, aber Gips	76.7	89.54	68.68	2.336	1.6044	27
316	je 1 kg Sand u. 1 kg Kompost mehr, 2 kg Erde weniger	"	gegeben	keine, aber Gips	69.8	89.25	62.30	2.383	1.4846	29
			Mittel:		72.0		64.17		1.5343	29

[1]) Vergl. S. 94.

Ernte an Stroh					Mangan in zehntausendstel %	Gesamternte			Benachbarte Pflanzen sind:
lufttrocken	Trockenmasse	Trockenmasse	Stickstoff	Stickstoff		lufttrocken	Trockenmasse	Stickstoff	
g	%	g	%	g		g	g	g	
91.4	97.17	88.81	0.551	0.4893	24	164.0	153.34	2.0413	beide Seiten hoch.
91.3	94.94	86.68	0.651	0.5643	21	155.0	144.00	1.9681]	beide Seiten hoch. Mitte Juni Loch im Boden.
92.6	96.25	89.13	0.607	0.5410	27	164.0	152.88	2.0570	rechts niedrig, links hoch.
91.8	96.13	88.25	0.541	0.4774	24	167.3	155.56	2.0350	rechts niedrig, links hoch. Mitte Juni Loch in ob. Seite.
91.8		88.73		0.5026	25	165.1	153.93	2.0444	
90.8	95.67	86.87	0.561	0.4873	24	164.1	152.44	1.9744	beide Seiten hoch.
87.1	93.92	81.80	0.541	0.4425	26	160.1	147.32	1.9357	desgl.
86.5	96.43	83.41	0.579	0.4829	26	158.1	147.46	1.8894	desgl.
92.9	95.60	88.81	0.548	0.4867	29	166.7	154.95	1.9319	desgl.
89.3		85.22		0.4749	26	162.3	150.54	1.9329	
88.3	97.42	86.02	0.547	0.4705	21	157.9	147.97	1.8774	beide Seiten hoch.
88.8	97.15	86.27	0.525	0.4529	23	160.4	150.24	1.9460	desgl.
86.2	93.81	80.86	0.526	0.4253	19	158.9	145.81	1.8925	desgl.
88.4	94.19	83.26	0.534	0.4446	21	158.7	145.86	1.9038	desgl.
87.9		84.10		0.4483	21	159.0	147.47	1.9049	
94.6	96.07	90.88	0.592	0.5380	22	164.6	153.75	2.0727	beide Seiten hoch.
88.5	93.70	82.93	0.623	0.5167	16	149.1	137.58	1.9103]	beide Seiten hoch. Mitte Mai ein Loch gefunden.
94.5	96.28	90.99	0.626	0.5696	18	165.9	154.91	2.0807	beide Seiten hoch.
89.7	94.60	84.86	0.658	0.5584	25	152.7	140.84	1.8970	desgl.
92.9		88.91		0.5553	22	161.1	149.83	2.0168	
95.1	97.15	92.32	0.617	0.5701	17	163.8	153.36	2.0559	beide Seiten hoch.
95.1	94.89	90.24	0.526	0.4747	22	167.9	154.98	2.0369	desgl.
100.2	96.23	96.42	0.490	0.4725	14	176.9	165.10	2.0769	desgl.
96.0	95.81	91.98	0.561	0.5160	19	165.8	154.28	2.0006	desgl.
96.6		92.76		0.5083	18	168.6	156.93	2.0426	

salzgabe eine Steigerung der Stickstoffernten verzeichnen konnten, die wir den soeben behandelten Ergebnissen entsprechend auf Basenaustausch durch das Schwermetall zurückführten. Aber nur die Kompostreihe bot dies Bild dar. Es lässt sich das auch verstehen, indem die sehr starke Grunddüngung, die damals verabfolgt wurde,[1]) bei dem nicht so sehr adsorptionskräftigen Göttinger Untergrundlehm bereits an sich so weit auf den nur in geringerem Umfange möglichen Basenaustausch wirkte, dass für das Mangansalz in dieser Richtung nichts mehr zu tun übrig blieb. Anders lagen die Verhältnisse bei dem natürlich weitgehend adsorptionskräftigeren Kompost, der gewiss erhebliche Festlegung von Pflanzennährstoffen und entsprechend wieder auch Freimachung derselben durch Basenaustausch ermöglicht. Im Zusammenhang mit diesen Überlegungen wird es lehrreich sein, zu prüfen, ob etwa auch bei den Versuchen des Jahres 1913 die Zufügung von geringeren Mengen von Kompost wieder eine, vielleicht geringere, aber noch merkbare Wirkung der Mangangabe auf die Stickstoffernten hat zeitigen können. Das würde unsere Ansicht vom Vorliegen eines Basenaustausches natürlich zu bestärken vermögen. Wir dürfen allerdings hier, wie auch in den beiden früheren Fällen diese Wirkung besonders deutlich nur bei der Strohernte erwarten, wahrscheinlich, weil bei weniger erheblichen Unterschieden in der zur Verfügung stehenden Stickstoffmenge die Pflanze dem Stroh das für die volle Körnerausbildung Erforderliche an Stickstoff entziehen wird, wenigstens innerhalb gewisser Grenzen. Hierfür geben die für die hier angezogenen Reihen in Frage kommenden Prozentzahlen an Stickstoff für Korn und Stroh den Beleg; sie sind stets für die Körner mit wie ohne Mangangabe ziemlich die gleichen, dagegen beim Stroh nach Verabfolgung von Mangan erheblich höher.

Prüfen wir nun die Werte, welche unser Untergrundlehmboden nach Zugabe von je 1 kg Kompost — und daneben, was hier unbeachtet bleiben kann, von 1 kg Sand — ergab, so bestätigt sich unsere Vermutung durchaus.

Während die prozentischen Gehalte der einzelnen Kornernten an Stickstoff keine Unterschiede aufweisen, liegen sie

[1]) Bei den soeben oben besprochenen Versuchsreihen des Jahres 1913 war ja, um Basenaustauschwirkungen recht deutlich hervortreten zu lassen, auf jede Grund- wie Ersatzdüngung verzichtet worden.

wieder bei den Strohernten nach Verabfolgung von Mangan merkbar höher.

Die Zahlenwerte stellen sich, falls man, wie wir es in der Hauptzusammenstellung getan, bei der Berechnung des Mittels das Gefäss 310 ausschaltet, auf

mit Manganosulfat 88.91 g ± 1.37 Trockenmasse
und 0.5553 g ± 0.0062 Stickstoff im Stroh,
ohne Manganosulfat 92.76 g ± 0.88 Trockenmasse
und 0.5083 g ± 0.0154 Stickstoff im Stroh,
durch Manganosulfat demnach mehr 0.0470 g ± 0.0166 Stickstoff.

Schaltet man das Gefäss 310, in dem Mitte Mai ein Loch gefunden und verlötet wurde, nicht aus, so stellt sich die Stickstoffmehrernte durch das Manganosulfat noch ein wenig niedriger, ohne dass die wahrscheinliche Schwankung sich merkbar verringerte. Es liegt der Stickstoffmehrertrag demnach eben innerhalb der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung, ist also nicht mit völliger Sicherheit nachgewiesen. Aber er ist eingetreten, obwohl die Trockenernte bei der Mangangabe um 3.85 g Stroh ± 1.63[1]) geringer ist, als ohne Mangan. In dieser entgegengesetzten Bewegung des Stickstoffmehrertrages gegenüber der Mehrernte an Trockenmasse scheint uns eine Vergrösserung der Sicherheit des Ergebnisses zu liegen, so dass wir in diesem Falle, trotzdem der Stickstoffgewinn durch Manganverabfolgung nur innerhalb des dreifachen wahrscheinlichen Fehlers liegt, doch annehmen möchten, dass auch hier tatsächlich eine Wirkung des Mangansalzes durch Basenaustauschwirkung vorhanden ist. Es liegt ja ohnehin bei der nur geringen Beimischung von Komposterde und dem sonstigen Unterlassen besonders für die Deutlichmachung der Basenaustauschwirkung nützlicher Vorkehrungen[2]) nahe, dass der Stickstoffmehrertrag gerade im vorliegenden Falle nur gering sein konnte. Weitere Schlüsse aus der mit Kompost und Sand versehenen Versuchsreihe werden später gegeben werden.

---

[1]) In diesen 3.85 g Stroh müssten 0.0211 g Stickstoff enthalten sein, so dass durch Berücksichtigung dieses Umstandes der Stickstoffmehrertrag durch Manganosulfat sich auf 0.0681 g stellen würde.

[2]) Es ist nicht nur Grunddüngung verabfolgt, sondern auch noch, zur Ausgleichung der Schwefelsäure des Manganosulfates, eine Gabe von Gips.

Hatte der ohne Grunddüngung verbliebene Boden durch Manganosulfatdüngung nur eine auf Basenaustausch zurückzuführende Vermehrung der Stickstoffernte zu erbringen vermocht, so dass eine Reizwirkung durch Mangan auch hier vollständig ausblieb, so wird es jetzt unsere Aufgabe sein, den Erfolg bei den mit Grunddüngung versehenen Reihen zu prüfen:

Wir verfügen über zwei Vergleichsreihen, die auf Mittelplätzen, und zwei, die auf Eckplätzen gestanden haben. In einer kleineren Sonderabhandlung werden wir, wie bereits erwähnt, auf die hierdurch bedingten Unterschiede eingehen. Hier dürfen wir beide Gruppen zunächst jede für sich, und dann beide zusammen zur Prüfung unserer Hauptfrage, ob eine eigentliche Manganwirkung nachweisbar ist, heranziehen.

Lehmboden mit Grunddüngung. (Eckplätze.)

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff
	g	g	g	g	g	g
mit 5 g Manganosulfatdüngung . .	66.57	1.5621	90.25	0.4504	156.82	2.0125
	± 0.95	± 0.0161	± 1.05	± 0.0188	± 0.88	± 0.0099
ohne Manganosulfatdüngung	68.60	1.5584	89.13	0.4919	157.73	2.0503
	± 1.26	± 0.0143	± 0.91	± 0.0041	± 1.83	± 0.0132
mehr durch die Mangangabe	— 2.03	0.0037	1.12	— 0.0415	— 0.91	— 0.0378
	± 1.58	± 0.0215	± 1.54	± 0.0192	± 2.03	± 0.0165
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	6.32	0.0860	6.16	0.0768	8.12	0.0660

Irgend eine Wirkung der Mangandüngung nach der nützlichen Seite hin kommt hiernach bei den Gefässen auf Eckplätzen nicht in Betracht. Die Vermehrungen der Ernte liegen in den zwei Fällen, in denen sie überhaupt vorkommen, innerhalb der einfachen wahrscheinlichen Schwankung. Die mehrfach auftretenden Ernteminderungen allerdings können, da sie innerhalb der doppelten bis dreifachen wahrscheinlichen Schwankung liegen, uns auch nicht als gesichert erscheinen. Zudem finden wir bei der Körner- und Strohernte abwechselnd bei der Trockenmasse zuerst Verlust, dann Gewinn, und bei der Stickstoffernte umgekehrt, ohne dass irgendwie eine Klärung naheliegend erschiene. Wir dürfen somit annehmen, dass eine

merkbare Wirkung des Manganosulfats überhaupt nicht eingetreten ist, und dass die beobachteten Unterschiede zufällige Ertragsschwankungen darstellen.

Lehmboden mit Grunddüngung. (Mittelplätze.)

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
mit 5 g Manganosulfatdüngung . .	63.19	1.4895	86.93	0.4909	150.11	1.9805
	± 1.11	± 0.0167	± 1.52	± 0.0167	± 2.09	± 0.0127
ohne Manganosulfatdüngung	65.20	1.5419	88.73	0.5026	153.93	2.0444
	± 0.73	± 0.0088	± 0.17	± 0.0132	± 0.56	± 0.0044
mehr durch die Mangangabe	— 2.01	— 0.0524	— 1.80	— 0.0117	— 3.82	— 0.0639
	± 1.33	± 0.0189	± 1.53	± 0.0213	± 2.16	± 0.0134
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	5.22	0.0756	6.12	0.0852	8.64	0.0536

Bei den Mittelplätzen ist nicht nur nirgends eine fördernde Wirkung der Manganosulfatgabe zu beobachten, sondern sogar überall eine Schädigung eingetreten. Indessen liegt diese Schädigung für die Trockenmassenernte stets innerhalb der anderthalbfachen bis doppelten wahrscheinlichen Schwankung, kann somit eine überzeugende Sicherheit keineswegs für sich in Anspruch nehmen. Anders steht es schon mit den Stickstoffwerten. Zwar liegt die Minderung beim Stroh beinahe innerhalb der halben wahrscheinlichen Schwankung, kann demnach überhaupt keinerlei Berücksichtigung beanspruchen, bei den Körnern indessen wird sie gerade von der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung umschlossen, und gewinnt dadurch zwar keine Sicherheit, aber doch immerhin ein gewisses Recht auf vorübergehende Beachtung. Für die Gesamternte gar liegt die Stickstoffverminderung sogar über den vierfachen wahrscheinlichen Fehler hinaus, da sich die Abweichungen der Körner- und Strohernte im einzelnen für die Gesamternte zum Teil weitgehend ausgleichen, und erzwingt sich so durchaus unsere Aufmerksamkeit.

Bevor wir aber diesen Ergebnissen mit Erklärungsversuchen näher treten, möchten wir eine dritte, durchaus vergleichbar angelegte Versuchsreihe heranziehen. Vier Gefässe sind nämlich mit Holzschutzkästen und mit Manganosulfat, vier andere mit

Holzschutzkästen und ohne Manganosulfat angesetzt worden, so dass, von der Anwendung der Schutzkästen abgesehen, ein Vergleich unbedingt freistehen muss. Da auch diese Gefässe auf Mittelplätzen standen, kommt der Vergleich mit den letztbesprochenen Versuchsreihen in Betracht.

Die Wirkung der Schutzkästen kann eine wie auch immer geartete Folge des Mangansalzes in der Düngung kaum verdecken, da ja auch die Vergleichsreihe ohne Mangan der gleichen Beeinflussung durch die Schutzkästen unterlag. Allenfalls könnte die Annahme zu vertreten sein, dass bei einer sehr günstigen Einwirkung der Holzschutzkästen, — über die übrigens weiter unten in der bereits mehrfach erwähnten, kleinen Sonderabhandlung zu sprechen sein wird, — ein geringer, fördernder Einfluss des Mangans verschwinden könnte. Es genüge indessen mitzuteilen, dass sie aber hier eher ungünstig, vielleicht durch Verminderung der Wasseraufnahme durch die Wurzeln, gewirkt haben. Somit war gerade Gelegenheit dafür vorhanden, dass bei einer schwach ungünstigen Wirkung der Holzschutzkästen auf die Stickstoffernte, wie sie wohl vorliegen dürfte, sowohl eine vorteilhafte Beeinflussung der Ernte durch das Manganosulfat deutlich hervortreten, wie aber auch eine Schädigung derselben durch Häufung von ungünstigen Einflüssen nicht weniger gut bemerkbar werden musste. Prüfen wir nun die dabei festgestellte Wirkung des Mangansalzes:

Lehmboden mit Grunddüngung.

(Holzschutzkästen. Mittelplätze.)

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff
	g	g	g	g	g	g
mit 5 g Manganosulfatdüngung . .	65.32	1.4580	85.22	0.4749	150.54	1.9329
	± 0.30	± 0.0136	± 1.08	± 0.0073	± 1.28	± 0.0117
ohne Manganosulfatdüngung	63.37	1.4566	84.10	0.4483	147.47	1.9049
	± 0.46	± 0.0122	± 0.86	± 0.0063	± 0.70	± 0.0099
mehr durch die Mangangabe	1.95	0.0014	1.12	0.0266	3.07	0.0280
	± 0.55	± 0.0183	± 1.38	± 0.0097	± 1.46	± 0.0153
vierfache wahrscheinliche Schwankung.	2.20	0.0732	5.52	0.0388	5.84	0.0612

Unterhalb des einfachen wahrscheinlichen Fehlers liegen, und sind daher ganz ohne Bedeutung, die Erntevermehrungen durch das Manganosulfat beim Stickstoffgehalt der Körner und der Trockenmasse des Strohes. In der Nähe der doppelten wahrscheinlichen Schwankung liegen die Erntevermehrungen der Gesamternte, sowohl für Trockenmasse wie Stickstoff. Auch hier dürfte demnach keine grosse Sicherheit der Ergebnisse vorliegen. Dagegen nähert sich die Vermehrung der Stickstoffernte des Strohes der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung und die Steigerung der Trockenmasse bei der Körnerernte geht sogar ganz namhaft über sie hinaus. Hier können wir zwar immer noch nicht von Sicherheit des Ergebnisses sprechen, aber doch von einer mehr und mehr anwachsenden Glaubwürdigkeit. Vergleichen wir diese, bei Mittelstellung der Gefässe erhaltenen Ergebnisse mit den gleichfalls bei Mittelstellung, aber ohne Holzkästen erzielten, so widersprechen sie einander eigentlich durchaus. Eine kleine Zusammenstellung bringe das noch deutlicher zum Bewusstsein:

Mehr durch die Mangangabe bei Mittelplätzen.

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
ohne Schutzkästen .	— 2.01	— 0.0524	— 1.80	— 0.0117	— 3.82	— 0.0639
	± 1.33	± 0.0189	± 1.53	± 0.0213	± 2.16	± 0.0134
mit Schutzkästen .	1.95	0.0014	1.12	0.0266	3.07	0.0280
	± 0.55	± 0.0183	± 1.38	± 0.0097	± 1.46	± 0.0153
Mittel	— 0.03	— 0.0255	— 0.34	0.0075	— 0.38	— 0.0180
	± 0.72	± 0.0131	± 1.03	± 0.0117	± 2.61	± 0.0102

Das Mittel aus den beiden Mehrerträgen bezw. Mindererträgen durch Manganosulfat für diese beiden einander nahezu völlig entsprechenden Versuchsgruppen stellt sich somit zwar mit einer Ausnahme als Ernteausfall dar, doch umschliesst die wahrscheinliche Schwankung das erzielte Ergebnis entweder schon selbst, oder wenigstens nach Verdoppelung. Mit anderen Worten, es ist weder eine Ernteförderung, noch eine Ernteminderung durch das Mangansalz nachgewiesen.

Ziehen wir endlich auch noch die auf Eckplätzen aufgestellte, sonst aber wohl gleichfalls gut vergleichbare Versuchsgruppe heran, so erhalten wir die nachfolgenden Werte:

Mehr durch die Mangangabe.

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
ohne Schutzkästen, Mittelplätze . . .	— 2.01	— 0.0524	— 1.80	— 0.0117	— 3.82	— 0.0639
	± 1.33	± 0.0189	± 1.53	± 0.0213	± 2.16	± 0.0134
mit Schutzkästen, Mittelplätze . . .	1.95	0.0014	1.12	0.0266	3.07	0.0280
	± 0.55	± 0.0183	± 1.38	± 0.0097	± 1.46	± 0.0153
ohne Schutzkästen, Eckplätze	— 2.03	0.0037	1.12	— 0.0415	— 0.91	— 0.0378
	± 1.58	± 0.0215	± 1.54	± 0.0192	± 2.03	± 0.0165
Mittel	— 0.70	— 0.0158	0.15	— 0.0089	— 0.55	— 0.0246
	± 0.71	± 0.0113	± 0.86	± 0.0101	± 1.10	± 0.0087

Auch hier müssen wir zu dem Ergebnis kommen, dass weder eine Ernteschädigung, noch eine Ernteerhöhung zu verzeichnen ist, obwohl wir jetzt das Mittel von zwölf Gefässen mit und zwölf Gefässen ohne Manganosulfat heranziehen. Zwar ist nahezu allenthalben ein Verlust durch das Mangansalz herbeigeführt worden, indessen liegt er fast stets dicht bei dem einfachen wahrscheinlichen Fehler, verdient daher keine Beachtung. Nur für die Stickstoffgesamternte ist der dreifache wahrscheinliche Fehler erreicht. Indessen können wir hier verfolgen, dass nur die Reihe ohne Schutzkästen auf Mittelplätzen dies Ergebnis veranlasst, und gerade für sie fällt das einzige Gefäss, das ohne Mangan einen geringeren Ertrag erbrachte, hinweg, da es wegen eines im Juni entdeckten Loches, und weil ein anscheinend nur sehr unbedeutender Teil der Körner von Mäusefrass beschädigt worden war, aus der Betrachtung ausscheiden muss. Allerdings ist damit die Mehrernte an Gesamtstickstoff bei den manganfreien Gefässen noch nicht erklärt. Wir entsinnen uns ja auch,[1]) dass die hierdurch bedingte, anscheinend durch die Mangangabe veranlasste Herabsetzung des Gesamtstickstoffertrages über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinaus liegt und somit gesichert ist. Die genaue Durchmusterung der Notizen über das Wachstum der Pflanzen hat gerade zwischen den beiden hier in Betracht kommenden Reihen, Mittelplätze ohne Holzschutzkästen, mit und ohne Manganosulfat, niemals

[1]) Vergl. oben S. 91.

einen Unterschied ergeben. Auch andere Überlegungen führen nicht weiter. Nur ein Hinweis mag mit allem Vorbehalte gegeben sein: Die Reihe: Mittelplätze ohne Schutzkästen, mit Mangan, hat auf allen Seiten als Nachbargefässe solche mit hohem Pflanzenbestande gehabt, war also verhältnismässig beschattet. Dagegen wiesen von der, einen höheren Stickstoffertrag bringenden Vergleichsreihe ohne Mangan zwei der drei vorhandenen Gefässe, — das vierte ist ausgeschaltet, — an einer Seite Gefässe mit niedrigem Pflanzenbestande auf. Hier läge geringere Beschattung vor. — So unwahrscheinlich das uns scheint, und so wenig es unserer Ansicht nach durch die sonstigen Versuchsergebnisse, und durch die Manganwirkung bei den Pfeiffer- und Blanck-schen Versuchen des Jahres 1914 glaublich gemacht wird, so können wir doch keinen sicheren Gegenbeweis dagegen führen, wenn der Leser die Ansicht vertritt, dass in diesem einen Fall die Herabsetzung des Gesamtstickstoffertrages durch eine schädliche Manganwirkung bedingt gewesen ist. Allerdings ist zu beachten, dass diese Minderung nur etwa drei Hundertteile des Gesamtertrages ausmacht, dass sie durch die übrigen Versuche im einzelnen nicht bestätigt wird, und dass endlich bei Heranziehung des Gesamtdurchschnittes von vierundzwanzig Vegetationsgefässen diese Minderung nur noch innerhalb der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung auftritt. Die noch zur Erklärung heranzuziehende Möglichkeit, dass der zur annähernden Ergänzung der mit dem Manganosulfat verabfolgten Schwefelsäure gegebene Gips günstiger auf den Basenaustausch wirke, und so eine etwas gesteigerte Stickstoffgesamternte herbeizuführen vermöge, scheint uns nach unseren gelegentlich oben gemachten Ausführungen über den Basenaustausch, und auch aus theoretischen Erwägungen nicht beachtenswert.

Eine letzte Versuchsreihe, deren Ergebnis ja schon zum Teil vorweg besprochen worden ist, bleibt uns nun aus dem Jahre 1913 übrig. Wir hatten prüfen wollen, ob es etwa dem Manganosulfat gelingen könnte, durch wesentliche physikalische Verbesserung des Bodens, durch Herbeiführung einer erheblich günstigeren Struktur, den Ertrag gegenüber der gewöhnlichen Behandlung des Bodens zu heben. Um den Erfolg deutlicher hervortreten zu lassen, wurde je ein Kilo Erdboden durch ein Kilo Sand beziehungsweise ein Kilo Kompost ersetzt. War doch bei früheren Versuchen des einen von uns auch gerade bei

Kompostzusatz eine Beeinflussung der physikalischen Eigenschaften des hier in Betracht kommenden Erdbodens nachzuweisen gewesen.[1]) Wieder ist eine Reihe mit 5 g Manganosulfat gegen eine Reihe mit Gipszusatz verglichen worden.

Lehmboden mit Grunddüngung, Kompost- und Sandzusatz.
(Mittelplätze.)

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trockenmasse g	Stickstoff g	Trockenmasse g	Stickstoff g	Trockenmasse g	Stickstoff g
mit 5 g Manganosulfatdüngung . .	60.92	1.4618	88.91	0.5553	149.83	2.0168
	± 1.68	± 0.0405	± 1.37	± 0.0062	± 3.04	± 0.0404
ohne Manganosulfat, dafür mit Gips . .	64.17	1.5343	92.76	0.5083	156.93	2.0426
	± 1.14	± 0.0200	± 0.88	± 0.0154	± 1.85	± 0.0109
mehr durch die Mangangabe	— 3.25	— 0.0725	— 3.85	— 0.0470	— 7.10	— 0.0258
	± 2.03	± 0.0452	± 1.63	± 0.0166	± 3.56	± 0.0418
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	8.12	0.1808	6.52	0.0664	14.24	0.1672

Dass in der Reihe ohne Mangan die Vermehrung des Stickstoffs in der Körnerernte nur der Steigerung der Ernte an Trockenmasse entspricht,[2]) sowie dass die Steigerung der Stickstoffernte beim Stroh auf Basenaustausch zurückgeführt werden kann, wurde wohl bereits oben genügend besprochen.[3]) Leider sind nun die wahrscheinlichen Schwankungen der mit Manganosulfatdüngung versehenen Reihe in dieser Versuchsgruppe so gross, dass trotz der bereits erfolgten Ausschaltung des Gefässes 310, in dem während des Versuches ein Loch festgestellt wurde, die sonst für unsere Versuche beachtenswerten Unterschiede von drei bis vier Gramm, die für die Trockenmasse erreicht wurden, hier nur wenig Sicherheit bieten. Selbst die Herabminderung der Gesamternte um mehr als sieben Gramm Trockenmasse liegt eben in der Höhe des zweifachen wahrscheinlichen Fehlers.

---

[1]) Journal für Landwirtschaft Bd. 61 (1913), S. 355. Die Wirksamkeit war damals von Kalk ausgegangen.

[2]) Berechnet man aus dem Stickstoffgehalt und der Trockenmasse der Ernte mit Manganosulfat und aus der Trockenernte ohne Manganosulfat unter Annahme gleichen Stickstoffgehalts die Stickstoffernte ohne Manganosulfat, so erhält man 1.5399 g, während der Versuch 1.5343 g ergab.

[3]) Vergl. oben S. 88/89.

Man kann nun an der Hand dieser Tatsachen einfach mit der Schlussfolgerung vorlieb nehmen, dass eine irgendwie geartete Wirkung des Manganosulfats bei diesem Versuch nicht mit der erforderlichen Sicherheit nachzuweisen sei. Wirklich massgebliche Einwendungen wären dagegen nicht zu erheben, und uns würde diese Folgerung auch genügen, stimmt sie doch mit den bisherigen Ergebnissen unserer Versuche überein, auf Grund deren wir eine günstige Manganwirkung bislang ablehnen mussten, und höchstens einen Einfluss des Mangansalzes auf den Basenaustausch anerkennen konnten.

Wir glauben aber einer andersgearteten Folgerung zuvorkommen zu sollen, die man vielleicht in Hinblick auf verschiedene Gruppen der Versuche zu ziehen beabsichtigen könnte: dass nämlich unsere Manganosulfatgabe von 5 g bei unseren Versuchen bereits schädigend gewirkt habe, somit zu hoch gewesen sei, und daher das Ergebnis unserer Versuche des Jahres 1913 für die Beurteilung einer günstigen Wirkung des Mangans auf das Pflanzenwachstum nicht benutzt werden könne. In der Tat, wenn man unsere Versuche des Jahres 1913, soweit sie mit Grunddüngung ausgeführt worden sind, durchmustert, muss es zunächst auffallen, dass von ihnen drei der vier durchgeführten Doppelreihen Minderernten bei Mangandüngung ergeben, nämlich die Eckplätze und die Mittelplätze ohne Schutzkästen, und dann die Mittelplätze ohne Schutzkästen mit Sand- und Kompostbeigabe. Da bei diesen letzteren die Minderernten sich noch etwas schärfer auszuprägen scheinen, so könnte man das mit der Verabreichung eines Kilo Sand in Verbindung bringen, wodurch entsprechend den früher erwähnten, auch schon von Pfeiffer und Blanck geäusserten Ansichten eine Schädigung als Folge zu hoher Manganosulfatgabe ein wenig früher in Erscheinung treten müsste. — Aber schon diese letztere Folgerung wäre irrig, da der neben dem einen Kilo Sand verabfolgte Kompost die mangelnde Adsorptionskraft des Sandes reichlich ersetzen dürfte. Und auch sonst können wir leicht zeigen, dass nicht etwa eine schädigende Wirkung zu hoher Manganosulfatgaben unsere Versuche für die Beurteilung der vielfach angenommenen nützlichen Reizwirkung des Mangans ungeeignet macht. Schon oben[1]) sind wir hierauf kurz eingegangen. Jetzt sei zunächst noch erwähnt,

[1]) Vergl. S. 80/81.

dass wir nur 1.13 g Mn als Manganosulfat fürs Gefäss verabreichen, dagegen B. Schulze 1.5 g Mn. Indessen hat auch dieser Forscher eine Schädigung durch die von ihm gewählte Höhe der Mangangabe, welche die unsrige immer noch um nahezu ein Drittel bis ein Viertel übersteigt, durchaus nicht gefunden.[1]) Leidreiter, den wir nur hier erwähnen, um nicht die Anschauung aufkommen zu lassen, als könnten seine Versuchsergebnisse hier gegen uns verwendet werden, hat bei dem einzigen Versuch, für den er Manganosulfat anwendete, ebenso wie wir auch die Menge von 5 g benutzt. Der Erfolg, bei Kartoffeln erzielt, war gegenüber dem von 1 g Manganosulfat nicht irgendwie merklich geringer, und übertraf die ungedüngte Reihe um fast ein Viertel ihres Ertrages.[2]) Der benutzte Boden war offenbar, genau scheint mir das nicht aus der Arbeit hervorzugehen, ein sandiger Lehmboden,[3]) also gewiss kaum adsorptionskräftiger als unser Göttinger Untergrundlehm. Pfeiffer und Blanck fanden endlich bei ihren Versuchen mit Odersand im Jahr 1912 allerdings durch 5.80 g Manganosulfat eine deutliche Ernteschädigung, dagegen 1914 durch eine nur um ein Geringes niedrigere Gabe, 5.16 g, die höchste Ertragssteigerung.[4]) Ihnen selbst überzeugend erscheinende Gründe für diesen Widerspruch vermögen beide Forscher nicht anzuführen. Immerhin dürfte aber für Versuche in Vegetationsgefässen die Gabe von 5 g Manganosulfat in weitaus den meisten Fällen durchaus nicht nachteilig gewirkt haben, und selbst, wenn das Ergebnis von Pfeiffer und Blanck aus dem Jahre 1912 nicht durch die Versuche des Jahres 1914 gewissermassen widerlegt erschiene, so würden wir immer noch die Ansicht vertreten dürfen, dass eine für die Pfeifferschen Sandkulturen ungünstig wirkende Menge von Manganosulfat aller Wahrscheinlichkeit nach in Lehmboden durchaus noch keine Nachteile verursachen muss.

Es kommt hinzu, dass unsere Versuchszahlen aus dem Jahre 1913 selbst bei genauer Betrachtung keinerlei Unterlagen

[1]) Vergl. oben S. 67.

[2]) Inaugural-Dissertation, Rostock 1910, S. 40/41. Vergl. auch ebenda Seite 42.

[3]) Ebenda S. 36/37.

[4]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77 (1912), S. 49; Bd. 83 (1914), S. 207. Da bei unseren Mangangaben der theoretische Gehalt der Salze, mit dem wir rechnen, nicht ganz erreicht sein kann, so werden die von uns tatsächlich benutzten Mengen noch ein wenig geringer sein, als angeführt.

für die Ansicht von einer Schädigung durch Mangan zu bieten vermögen. Wir haben sie ja bereits zum grössten Teile besprochen, und hinsichtlich der ihnen eigenen wahrscheinlichen Schwankungen zu beurteilen versucht. Für die Eckplätze ergab sich dabei das Fehlen einer merkbaren Wirkung des Manganosulfats nach der günstigen wie nach der ungünstigen Seite hin, für die Mittelplätze ohne Schutzkästen eine beachtenswerte Minderung nur für den Stickstoffgehalt der Körner- und Gesamternte, während die Mittelplätze mit Schutzkästen dagegen eine einigermassen wahrscheinliche Vermehrung der Stickstoffernte im Stroh und der Ernte an Körnertrockenmasse aufwiesen. Auch die Mittelplätze mit Sand und Kompost, die wieder Ernteverminderungen bringen, — die Mittelplätze mit Schutzkästen wiesen nur Erntevermehrungen auf, — bieten als leidlich beachtenswert nur eine Verminderung der Trockenernte an Stroh, neben der eine noch etwas deutlichere Steigerung des Stickstoffertrags im Stroh steht. Von einer gleichgearteten ungünstigen Beeinflussung der Ernten durch die Manganosulfatgabe ist somit, wie man sieht, nicht auch nur annähernd die Rede. Viel eher darf man wohl eine Klärung der Werte der letzten Versuchsreihe, Mittelplätze mit Sand und Kompost, auf dem Wege der Betrachtung des durch die Mangangabe begünstigten Basenaustausches erwarten, dessen bereits oben gedacht wurde.[1]) Hierdurch wäre die Stickstoffmehrernte beim mangangedüngten Stroh erklärt, die von allen Ergebnissen der vorliegenden beiden Reihen, wie nähere Betrachtung lehrt,[2]) eigentlich allein eine gewisse Sicherheit des Ergebnisses zu bieten vermag. Als zweiten, für die Erklärung heranzuziehenden Umstand könnte man dann weiter annehmen, dass die physikalische Bodenbeschaffenheit der Gefässe durch die 4 g Gips günstiger beeinflusst wurde, als durch die entsprechend verabreichten 5 g Manganosulfat. Nur bei dieser Reihe war für diese Erscheinung eine günstigere Gelegenheit gegeben, denn nur hier war neben den entsprechenden Gaben an Gips und Manganosulfat auch Kompost dem Erdboden zugesetzt, was für die Sichtbarmachung von Wirkungen der physikalischen Bodenbeschaffenheit nach bisherigen Erfahrungen eine gewisse Bedeutung besitzen kann.[3]) Auch möchte man der

[1]) Vergl. oben S. 86, 87 u. f.
[2]) Ebenda, zumal S. 89.
[3]) Journal für Landwirtschaft Bd. 61 (1913), S. 255.

Ansicht zuneigen, dass das Mangan des Manganosulfats[1]) bei unseren Versuchen so stark und ausschliesslich durch den Basenaustausch beansprucht worden sei, dass es nicht ausreichend von den ihm etwa eigenen Wirkungen auf die physikalische Beschaffenheit des Bodens hätte Gebrauch machen können. Aber gegen diese Anschauungen lassen sich auch nicht unwichtige Gegengründe anführen, so dass sie uns nicht genügen können. Am sichersten bleibt wohl die schon oben[2]) wiedergegebene Schlussfolgerung, dass eine irgendwie geartete Wirkung des Mangans bei dieser Versuchsreihe nicht mit Sicherheit nachzuweisen ist, ganz besonders nicht, wenn man vom Basenaustausch absieht. — Somit haben auch die Versuche des Jahres 1913 ausser gelegentlichen Wirkungen durch Basenaustausch, wo dafür sich Gelegenheit bot, keinen irgendwie günstigen Einfluss auf die Ernte zu erbringen vermocht, wie gleichfalls andererseits eine beachtenswerte Schädigung ausblieb. Da ja auch bei den Versuchen von 1912 der Basenaustausch uns entgegengetreten war, so scheint diese, freilich weder neuartige noch ganz unerwartete Wirkung der gegebenen Manganosalze das einzige zu sein, was sie bisher veranlassen konnten.

Es sei hier darauf hingewiesen, dass auch bei den soeben besprochenen Versuchen ebenso wie bei denen von 1912 die Mangangehalte der Ernte einen deutlichen Einfluss der Mangandüngung nicht beobachten lassen. Allerdings zeigen bei der Gabe von 5 g Mangan die Strohernten doch im allgemeinen höhere Prozentgehalte an Mangan, die auch unzweifelhaft über die wahrscheinlichen Schwankungen hinausliegen, während dies ja bei den Versuchen des Jahres 1912 nicht der Fall war. Eine gewisse Wirkung der Erhöhung der Mangangabe hat sich somit doch gezeigt, sie ist indessen gering genug gewesen. Wir stellen fest:

Versuchsreihe des Jahres 1913.

Mangangehalte in zehntausendstel %

	bei Verabreichung von Mangansalz	ohne Mangansalz
ohne Grunddüngung	21 ± 0.83	19 ± 0.09
Eckplatz mit Grunddüngung	31 ± 0.52	22 ± 0.44
Mittelplatz mit Grunddüngung	31 ± 0.70	25 ± 0.67
Schutzkasten, Mittelplatz mit Grunddüngung	26 ± 0.73	21 ± 0.39
Kompost-Sandgabe, Mittelplatz mit Grunddüngung	22 ± 1.38	18 ± 1.13

[1]) Nur 1.13 g Mn wurden ja überhaupt in den 5 g Manganosulfat verabfolgt, sehr wahrscheinlich sogar weniger, da die von uns benutzten reinsten Salze nicht weiter untersucht worden sind, und schwerlich den theoretischen Gehalt hatten.

[2]) Vergl. oben S. 97.

Wir sehen demnach, dass auf den Reihen mit Grunddüngung, aber ohne Kompostbeigabe, mit der Mangandüngung eine deutliche, über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinausliegende Vermehrung des Gehalts an Mangan für das Stroh eingetreten ist, während die Reihen ohne Grunddüngung, und mit Kompost-Sandgabe, zwar auch eine Steigerung durch Mangandüngung aufweisen, aber nur eine stärker innerhalb der soeben erwähnten Grenze liegende. Wir dürfen wohl annehmen, dass die demnach offenbar erheblich schwächere Wirkung, welche die Mangandüngung bei diesen Reihen auf den Mangangehalt des Strohes ausgeübt hat, mit der gerade in diesen Fällen beobachteten Festlegung des Mangans durch den Boden im Austausch gegen andere Basen, voraussichtlich u. a. Ammoniak, zusammenhängt.[1]) Wegen der Sicherheit, welche die Erhöhung des Mangangehalts im Stroh durch die Düngung indessen für die drei mittleren Versuchsgruppen der vorstehenden Zusammenstellung besitzt, können wir aber den etwaigen Einwand ablehnen, dass vielleicht unsere Mangangaben wegen ihrer geringen Höhe ohne Einfluss hätten bleiben müssen, oder dass sie aus anderen Ursachen nicht zur Wirkung auf die Pflanzen hätten kommen können.

Versuche des Jahres 1914.

Bislang hatten unsere Versuche wenig Erfolge in der seither von vielen Seiten teils mit mehr, teils mit weniger Zurückhaltung für möglich erklärten Richtung einer Reizwirkung des Mangans auf die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu zeitigen vermocht. Dabei hatten wir mit 5 g fürs Gefäss doch eine Menge dieses angeblich „katalytisch wirkenden“ Düngemittels verabfolgt, die in der Praxis, wenn man einmal ausnahmsweise eine Umrechnung auf den Hektar vornimmt,[2]) und dabei nur kurz zwanzig Vegetationsgefässe für ein Quadratmeter rechnet, doch die Menge von tausend Kilo auf den Hektar darstellt. Das ist doch eine ganz erhebliche Gabe! Sie würde annähernd 225 kg Mangan für den Hektar entsprechen, und mit dieser Menge in Form irgendwelcher eigentlichen wasserlöslichen

[1]) Vergl. dazu Feststellungen über die Festlegung von Mangan durch Hochmoorhumus bei Th. Arnd. Landw. Jahrbücher Bd. 49 (1916), S. 205.

[2]) Wir teilen sonst durchaus die Ansichten, welche Th. Pfeiffer und E. Blanck in dieser Hinsicht äussern. Vergl. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 266.

Mangansalze auch in Friedenszeiten sicherlich nicht — jetzt im Kriege natürlich überhaupt nicht, — billig genug für den Landwirt zu erhalten sein, um als Düngergabe in Betracht gezogen werden zu können.

In Voraussicht dieser Verhältnisse, und um eine sich etwa bei stärkeren Mangangaben doch noch herausstellende Nutzwirkung für unsere Landwirtschaft nach Möglichkeit nutzbar zu machen, fassten wir den Plan, die von der Gewinnung des Ferromangans abfallenden Manganschlacken zur Düngung heranzuziehen.[1]) Freilich gelang dies nicht ohne erhebliche Schwierigkeiten. Da uns die Mittel fehlten, die ursprünglich neben Gefässversuchen beabsichtigten exakten Feldversuche durchzuführen, und uns auch die erforderlichen Schlackenmengen in feiner Mahlung zu verschaffen, so mussten wir versuchen, bei etwaigen Interessenten Mittel für unsere Zwecke verfügbar zu machen, wobei wir natürlich stets von vornherein betonten, dass wir die Ergebnisse, unbekümmert ob sie günstig oder ungünstig ausfallen würden, nach bestem Wissen verarbeiten und veröffentlichen wollten. Da wir glaubten, die Thomasmehlindustrie werde bei einer etwa sich ergebenden günstigen Wirkung grösserer Manganzusätze am leichtesten in der Lage sein, Thomasschlacken mit Hilfe der Ferromanganschlacke anzureichern, wandten wir uns vertraulich an einen namhaften Vertreter derselben, ohne jedoch dabei auf Gegenliebe zu stossen, was wir bei der vollständigen Unsicherheit des Erfolges dahingehender Arbeiten, die wir auch nie verhehlt hatten, nicht als besonders verwunderlich ansehen konnten. Ganz ähnlich ging es uns bei hervorragenden Grossfirmen der Mangan verbrauchenden Schwerindustrie, und selbst, als wir von jeder Unterstützung unserer Versuche absahen und nur gemahlene Schlacke aus Ferromanganhochöfen zu erhalten suchten, hatten wir grosse Schwierigkeiten damit, obwohl diese ganzen Verhandlungen sich um den Anfang des Jahres 1914 abspielten, als von kriegerischen Verwicklungen noch keine Rede war. Schliesslich erhielten wir indessen doch noch von der Firma Gebrüder Röchling, Duisburg am Rhein, 2 Kilo feingemahlene Ferromanganschlacke, und ebenso vom Gussstahlwerk Friedrich Krupp in Essen (Ruhr) 5 Kilo etwas weniger feine

[1]) Irgend ein Hinweis auf dies manganreiche Abfallprodukt war uns vorher von keiner Seite bekannt geworden.

Ferromanganschlacke.[1]) Von der ersten haben wir uns durch Absieben durch ein Thomasmehlsieb die von uns verwendete, sehr feine Schlacke hergestellt. Wir bezeichnen sie später stets als Ferromanganschlacke. Auf Feldversuche mussten wir, in Anbetracht der geringen, uns zur Verfügung stehenden Mittel, wie der unzureichenden Mengen von Ferromanganschlacken, nun natürlich verzichten, da wir nur besonders sorgfältige und exakt ausgeführte Feldversuche als Ergänzung unseres Beweismaterials hätten verwerten können.

Die Untersuchung der nun nur für Gefässversuche herangezogenen Ferromanganschlacke ergab:

Phosphor und Arsen nicht vorhanden.

In konzentrierter heisser Salzsäure lösten sich beim Digerieren auf dem Wasserbad:[2])

	36.3 % CaO	1.94 % K_2O	29.78 % Na_2O
Mangan:	kolorimetr.	nach Volhard	gravimetrisch
	13.5 %[3])	15.6 %	15.0 %

In gesättigtem, kohlensäurehaltigem[4]) Wasser lösten sich bei 20°: 1.13 % CaO.

Mangan:	nach 12 Stunden . .	2.6 % kolorimetr.,	3.02 % nach Volhard,
	„ 14 „ . .	3.0 „ „	3.24 „ „ „
	„ 18 „ . .	4.5 „ „	4.96 „ „ „ .

Es dürfte aus den mitgeteilten Werten hervorgehen, dass das Mangan in der Ferromanganschlacke mindestens zum Teil recht leicht löslich ist, indem schon nach 12 bis 18 Stunden durch mit Kohlensäure gesättigtes Wasser bei Zimmerwärme von einem Fünftel bis zu einem Drittel des gesamten Gehaltes gelöst werden. Falls also Manganverbindungen überhaupt in der Lage sind, eine erhebliche Erntevermehrung zu ermöglichen, so musste eine derartige Wirkung wohl auch von der feingemahlenen Ferromanganschlacke ausgeübt werden.

Dass diese Ansicht offenbar auch anderen Leuten kommen konnte, ersahen wir mit einigem Erstaunen aus einer Patent-

---

[1]) Auch hier sei den beiden Firmen für ihre grosse Freundlichkeit der verbindlichste Dank ausgesprochen.

[2]) 2 g in 100 ccm Salzsäure, 24 Stunden auf dem Wasserbad.

[3]) Dieser Wert ist zu niedrig bezw. jedenfalls unsicher.

[4]) 2 g in $^1/_2$ l Wasser dauernd geschüttelt.

anmeldung, die uns aus einer Zeitschrift bekannt wurde.[1]) Seitdem haben wir erfahren, dass auch von anderen Seiten Versuche über die Wirkung des Mangans in der Manganschlacke angestellt worden sind, von denen Vegetationsversuche von SCHNEIDEWIND völlig ohne günstiges Ergebnis verlaufen sein sollen, ebenso wie Feldversuche von STUTZER und VAGELER. Etwas bessere Ergebnisse scheint HASELHOFF erzielt zu haben, noch mehr POPP, dessen Versuche zugunsten der Mangandüngung durch Schlacke sprachen. Und HILTNER hat sogar über einen sehr günstigen Erfolg der Verwendung von Manganschlacke berichten können.[2]) Es dürfte also zu erwarten sein, dass demnächst über diesen Gegenstand in der Fachliteratur mehr zu finden sein wird.

Um nun zu unserem Versuch zu kommen, der mit Ferromanganschlacke durchgeführt wurde, seien die folgenden Angaben gemacht:

In grossen Gefässen aus Steinzeug wurden je 15 Kilo Göttinger Untergrundlehm bezw. 17 Kilo Buntsandsteinsand mit der Hand fest eingefüllt und mässig festgestampft, nachdem sie mit der folgenden Grunddüngung versehen worden waren:[3])

fest:	je 20 g	Tropon mit 14.8 % Stickstoff, also 2.96 g N.		alles in Form von „reinsten" Chemikalien der Fabriken Kahlbaum und Merck.
flüssig:	„ 15 „	sekundäres Kalkphosphat		
	„ 3 „	Magnesiumkarbonat		
	„ 10 „	Calciumkarbonat		
	„ 5 „	Kaliumnitrat, 0.69 g N	1.51	
	„ 5 „	Natriumnitrat, 0.82 „ „		
	„ 2 „	Magnesiumsulfat		
	„ 5 „	Chlorkalium		
	„ 3 „	tertiäres Kaliumphosphat		

Gesamte Stickstoffdüngung also 4.47 g N.

Bei der Ansetzung des Versuches wurden wieder die Unterschiede zwischen Mittel- und Eckplätzen berücksichtigt. Auch eine Reihe mit Zusatz von Komposterde fand sich vor, und endlich eine Versuchsreihe mit Buntsandsteinsand, damit beide

[1]) Patentklasse 16, D. R.-P. 283253 vom 18. März 1913.

[2]) Wir danken diese Mitteilungen der grossen Liebenswürdigkeit von Herrn Professor Dr. M. HOFFMANN, Geschäftsführer der Dünger-(Kainit-) Abteilung, Geschäftsstelle 2, der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in Berlin, und möchten auch hier noch für dieselben unseren aufrichtigen Dank aussprechen.

[3]) Natürlich wurden die Gefässe in der üblichen Weise austariert, nachdem sie mit Lüftungseinsätzen aus Steinzeug versehen worden waren.

Formen des Ackerbodens, schwerer wie leichter, in etwas von den gewöhnlichen abweichenden Formen allerdings, beim Versuch in Anwendung kämen. Der Versuch wurde am 24. März angesetzt, am 25. März mit Göttinger Hafer besäet, wobei 50 Körner aufs Gefäss gelegt wurden, die Mitte April auf je 25 Pflanzen vereinzelt wurden. Die Tara der grossen Steinzeuggefässe betrug 10 kg und war in der üblichen Weise durch Kies erreicht worden, der wie sonst gewaschen und von anderen, als Kieselstücken, nach Möglichkeit befreit worden war. Der Aufgang begann vom 2.—3. April. Die Gefässe mit Buntsandsteinsand enthalten 16.06 kg Trockenmasse, die Gefässe mit Untergrundlehm 12.81 kg und die mit Kompost versetzten, Lehm enthaltenden Gefässe 11.80 kg. Alle Gefässe bekommen 70 Hundertteile des von ihnen aufnehmbaren Wassers, so dass nach dem Auswiegen die Sandreihe 3.178 kg, die Lehmreihe 3.451 kg und die Lehm-Kompostreihe 4.343 kg Wasser führen. Es wurde möglichst häufig, zu Anfang und bei feuchtem Wetter zweimal in der Woche ausgewogen, später noch öfter. An den Zwischentagen wurde durch Wiegen einzelner Gefässe der annähernde Wasserverlust festgestellt und nun eine entsprechende Menge für jeden einzelnen Topf abgemessen und gegeben. Ein tägliches, oder gar täglich mehreremals durchgeführtes Auswiegen, dessen grossen Nutzen ich natürlich keineswegs in Abrede stellen will, zumal wenn es sich um Feststellung feiner Unterschiede handelt, konnte bei den vorhandenen, ziemlich unzureichenden Arbeitskräften leider nicht durchgeführt werden.

Es mögen nun die erzielten Erntemengen folgen, wobei die Zusammenstellung zugleich im einzelnen über die Anordnung des Versuches Auskunft gibt.

(Siehe die Tabelle auf S. 106—109.)

Die Wachstumsbeobachtungen waren zum Teil beachtenswert. Zunächst zeigte sich schon frühzeitig in verschiedenen Reihen, dass einzelne Gefässe mehr oder minder erheblich abwichen. Man kann dies ja auch später bei den Ernten wahrnehmen, ohne dass es uns möglich wäre, Erklärungen zu geben, die mit Sicherheit Auskunft brächten. Was geeignet erscheint, die Abweichung zu begründen, wird im einzelnen Falle später jedesmal angeführt werden. Ferner erwies sich die verwendete, starke Salzdüngung, die für den Untergrundlehm und den Sand

Nr.	Sonderzusatz zum Erdboden	Sonderbehandlung und Stellung des Gefässes	Grunddüngung	Sonderdüngung	Ernte an Korn: volltrocken g	Trockenmasse %	Trockenernte g	Stickstoff %	Stickstoff g	Mangan in zehntausendstel %
1	keiner, nur Göttinger Untergrundlehm	Eckplatz	gegeben	keine	69.6	95.20	66.26	2.314	1.5333	34
2		"			68.2	95.62	65.21	2.513	1.6387	33
3		"			68.1	96.74	65.88	2.613	1.7214	37
		Durchschnitt:			68.6		65.78		1.6311	35
4	keiner, nur Göttinger Untergrundlehm	Mittelplatz	gegeben	keine	74.6	96.84	72.24	2.455	1.7735	38
5		"			72.9	97.14	70.81	2.503	1.7724	35
6		"			73.7	98.30	72.45	2.549	1.8468	35
		Durchschnitt:			73.7		71.83		1.7976	36
7	keiner, nur Göttinger Untergrundlehm	Eckplatz	gegeben	je 20 g Ferromangan-schlacke	80.5	97.50	78.49	2.422	1.9010	38
8		"			80.0	94.75	75.80	2.696	2.0436	35
9		"			67.7	97.53	66.03	2.602	1.7181	43
		Durchschnitt:			76.1		73.44		1.8876	39
10	keiner, nur Göttinger Untergrundlehm	Mittelplatz	gegeben	je 20 g Ferromangan-schlacke	68.0	96.84	65.85	2.659	1.7510	40
11		"			68.5	97.62	66.87	2.558	1.7105	44
12		"			77.0	96.95	74.65	2.448	1.8273	40
		Durchschnitt:			71.2		69.12		1.7629	41
13	keiner, nur Göttinger Untergrundlehm	Eckplatz	gegeben	je 40 g Ferromangan-schlacke	74.9	98.69	73.92	2.541	1.8783	45
14		"			66.1	99.68	65.89	2.759	1.8179	48
15		"			73.9	98.35	72.68	2.525	1.8342	48
		Durchschnitt:			71.6		70.83		1.8435	47
16	keiner, nur Göttinger Untergrundlehm	Mittelplatz	gegeben	je 40 g Ferromangan-schlacke	75.6	99.43	75.17	2.623	1.9717	48
17		"			68.9	99.44	68.51	2.452	1.6799	50
18		"			74.2	97.77	72.55	2.562	1.8587	48
		Durchschnitt:			72.9		72.08		1.8368	49
19	5 kg gesiebte Komposterde zu 10 kg Göttinger Untergrundlehm	Mittelplatz	keine	keine	26.1	98.56	25.62	1.689	0.4408	40
20		"			29.5	98.49	29.06	1.581	0.4594	53
21		"			27.2	99.08	26.95	1.675	0.4514	40
		Durchschnitt:			27.6		27.21		0.4505	44

Ernte an Stroh					Mangan in zehntausendstel %	Gesamternte			Benachbarte Pflanzen sind:
volltrocken g	Trockenmasse %	Trockenernte g	Stickstoff %	Stickstoff g		volltrocken g	Trockenernte g	Stickstoff g	
96.6	96.36	93.10	1.457	1.3565	30	163.2	159.36	2.8898	rechts frei, links hoch.
89.7	98.70	88.53	1.451	1.2846	30	157.9	153.74	2.9233	desgl.
88.1	96.94	85.40	1.393	1.1896	25	156.2	151.28	2.9110	desgl.
91.5		89.01		1.2769	28	159.1	154.79	2.9080	
90.9	96.67	87.87	1.383	1.2152	30	165.5	160.11	2.9887	links niedrig, rechts hoch.
89.9	95.16	85.55	1.372	1.1738	30	162.8	156.36	2.9462	links hoch, rechts hoch.
92.7	95.55	88.57	1.379	1.2214	30	166.4	161.02	3.0682	links niedrig, rechts hoch.
91.2		87.33		1.2035	30	164.9	159.16	3.0010	
98.0	95.10	93.20	1.259	1.1734	63	178.5	171.69	3.0744	links frei, rechts niedrig.
99.3	96.23	95.56	1.239	1.1840	65	179.3	171.36	3.2276	links frei, rechts frei.
89.1	91.91	81.89	1.354	1.1088	55	156.8	147.92	2.8269	rechts frei, links hoch.
95.5		90.22		1.1554	61	171.5	163.66	3.0430	
92.1	94.49	87.03	1.375	1.1967	60	160.1	152.88	2.9477	rechts hoch, links hoch.
99.2	95.80	95.03	1.370	1.3019	68	167.7	161.90	3.0124	rechts hoch, links niedrig.
90.7	97.49	88.42	1.286	1.1371	60	167.7	163.07	2.9644	rechts hoch, links hoch.
94.0		90.16		1.2119	63	165.2	159.28	2.9748	
91.2	92.36	84.23	1.217	1.0251	90	166.1	158.15	2.9034	links frei, rechts hoch.
94.0	94.31	88.65	1.291	1.1445	93	160.1	154.54	2.9624	desgl.
97.4	94.33	91.88	1.365	1.2542	100	171.3	164.56	3.0884	desgl.
93.9		88.25		1.1413	94	165.8	159.08	2.9847	
101.4	95.85	97.19	1.265	1.2295	88	177.0	172.36	3.2012	links hoch, rechts niedrig.
88.8	92.27	81.94	1.406	1.1521	84	157.7	150.45	2.8320	rechts hoch, links hoch.
89.7	89.65	80.42	1.332	1.0712	78	164.9	152.97	2.9299	links hoch, rechts niedrig.
93.3		86.52		1.1509	83	166.5	158.59	2.9877	
46.8	97.93	45.83	0.326	0.1494	15	72.9	71.45	0.5902	links hoch, rechts niedrig.
51.8	96.61	50.04	0.299	0.1496	15	81.3	79.10	0.6090	desgl.
48.6	98.77	48.00	0.304	0.1459	13	75.8	74.95	0.5973	links niedrig, rechts niedr.
49.1		47.96		0.1483	14	76.7	75.17	0.5988	

Nr.	Sonderzusatz zum Erdboden	Sonderbehandlung und Stellung des Gefässes	Grunddüngung	Sonderdüngung	Ernte an Korn: volltrocken g	Trockenmasse %	Trockenernte g	Stickstoff %	Stickstoff g	Mangan in zehntausendstel %
22	5 kg gesiebte Komposterde zu 10 kg Göttinger Untergrundlehm	Mittelplatz	keine	je 20 g Ferromangan-schlacke	28.4	97.75	27.76	1.568	0.4353	45
23		„			28.9	96.54	27.90	1.580	0.4408	43
24		„			28.8	99.33	28.61	1.534	0.4389	45
		Durchschnitt:			28.7		28.09		0.4383	44
25	5 kg gesiebte Komposterde zu 10 kg Göttinger Untergrundlehm	Mittelplatz	keine	je 40 g Ferromangan-schlacke	29.4	96.22	28.29	1.563	0.4422	50
26		„			26.7	97.02	25.90	1.709	0.4426	50
27		„			28.1	95.92	26.95	1.660	0.4474	48
		Durchschnitt:			28.1		27.05		0.4441	49
28	keiner, nur Buntsandsteinsand	Mittelplatz	gegeben	keine	70.0	98.65	69.06	2.555	1.7610	53
29		„			65.4	98.00	64.09	2.745	1.7593	65
30		„			69.6	98.12	68.29	2.722	1.8589	65
		Durchschnitt:			68.3		67.15		1.7931	61
31	keiner, nur Buntsandsteinsand	Mittelplatz	gegeben	je 20 g Ferromangan-schlacke	73.0	98.13	71.64	2.633	1.8863	160
32		„			70.4	94.85	66.77	2.666	1.7801	140
33		„			51.4	95.88	49.28	2.632	1.2971	153
		Durchschnitt:			64.9		62.56		1.6545	151
					[71.7]		[69.21]		[1.8332]	[150]
34	keiner, nur Buntsandsteinsand	Mittelplatz	gegeben	je 40 g Ferromangan-schlacke	71.4	97.69	69.75	2.614	1.8233	195
35		„			61.5	96.24	59.19	2.696	1.5947	168
36		„			62.5	97.02	60 64	2.577	1.5627	160
		Durchschnitt:			65.1		63.19		1.6602	174

benutzt wurde, — der mit Kompost versehene Untergrundlehm blieb, wie die Zusammenstellung schon zeigt, ohne Grunddüngung — zum mindesten in den ersten Wachstumswochen für den Sand und in sehr viel geringerem Maſse für den Untergrundlehm als nachteilig. Freilich, das fällt niemand auf, der nur die Werte der Zusammenstellung betrachtet. Im Gegenteil, Ernten von etwa 160 g Trockenmasse von einem Gefäss mit 15—17 kg Erdboden und etwa 25 cm Durchmesser werden nicht

Ernte an Stroh					Mangan in zehntausendstel %	Gesamternte			Benachbarte Pflanzen sind:
volltrocken g	Trockenmasse %	Trockenernte g	Stickstoff %	Stickstoff g		volltrocken g	Trockenernte g	Stickstoff g	
50.1	96.99	48.59	0.280	0.1361	19	78.5	76.35	0.5714	links niedrig, rechts niedr.
49.6	94.35	46.70	0.295	0.1378	15	78.5	74.60	0.5786	desgl.
50.2	95.73	48.06	0.287	0.1379	20	79.0	76.67	0.5768	desgl.
50.0		47.78		0.1373	18	78.7	75.87	0.5756	
53.1	98.00	52.04	0.312	0.1624	33	82.5	80.33	0.6046	links niedrig, rechts hoch.
49.2	95.87	47.17	0.339	0.1599	20	75.9	73.07	0.6025	desgl.
50.2	99.57	49.98	0.316	0.1579	37	78.3	76.93	0.6053	links hoch, rechts hoch.
50.8		49.73		0.1601	30	78.9	76.78	0.6042	
99.0	93.92	92.98	1.466	1.3631	110	169.0	162.04	3.1241	links hoch, rechts hoch.
89.8	95.39	85.66	1.418	1.2147	165	155.2	149.75	2.9740	desgl.
102.6	94.19	96.64	1.387	1.3404	143	172.2	164.93	3.1993	desgl.
97.1		91.76		1.3061	139	165.4	158.91	3.0991	
93.6	91.83	85.95	1.426	1.2256	725	166.6	157.59	3.1119	links hoch, rechts hoch.
94.4	92.18	87.02	1.486	1.2931	650	164.8	153.79	3.0732	desgl.
63.9	96.74	61.82	1.798	1.1115	725	115.3	111.10	2.4086	desgl.
84.0		78.26		1.2101	700	148.9	140.82	2.8646	
[94.0]		[86.49]		[1.2593]	[688]	[165.7]	[155.69]	[3.0926]	
83.5	92.89	77.46	1.661	1.2866	1000	154.9	147.21	3.1099	links hoch, rechts hoch.
76.7	93.81	71.95	1.764	1.2692	917	138.2	131.14	2.8639	desgl.
80.0	92.70	74.16	1.657	1.2288	900	142.5	134.80	2.7915	desgl.
80.1		74.52		1.2615	969	145.2	137.72	2.9218	

als besonders niedrig betrachtet werden. Pfeiffer und Blanck erzielten in Odersand fürs Jahr 1914 etwa um 110 g Trockenernte, bei recht ähnlichen Verhältnissen, im Jahr 1912 war die Ernte noch geringer, etwa um 100 g Trockenmasse.[1]) Auch

[1]) Ohne Drahtschutznetz erreichen Pfeiffer und seine Mitarbeiter jetzt weitaus höhere Ernten, über 200 g Trockenmasse, wie wir aus einer liebenswürdigen brieflichen Mitteilung wissen. Indessen ist zu beachten, dass unsere sämtlichen Versuche unter dem Drahtschutznetz ausgeführt sind.

Leidreiter kam nicht zu höheren Ernten, so dass von unseren Erträgen, die sich noch dazu auch mit unseren 1913 erreichten Werten ungefähr decken, niemand behaupten wird, sie seien besonders gering gewesen. Trotzdem ergibt sich aus den Wachstumsbeobachtungen, dass zuerst die Entwicklung der Pflanzen auf den ohne Grunddüngung verbliebenen Gefässen, die aber den starken Kompostzusatz hatten, weitaus am besten war. Die mit Grunddüngung versehenen Gefässe mit Untergrundlehm standen auch recht gut, konnten aber mit den Kompostreihen den Wettbewerb nicht aufnehmen, während dagegen die Buntsandsteinsandgefässe zunächst geradezu schlecht standen, und wochenlang nicht günstig aussahen. Wahrscheinlich sind verschiedene Ursachen, etwa eine verhältnismässig knappe Wasserversorgung, vielleicht auch hohe Salzkonzentration der Bodenlösung und andere Wirkungen derselben, ferner minder günstige Durchlüftungsverhältnisse, da der Buntsandsteinsand, ebenso wie der reine Untergrundlehm, zur Verkrustung neigt, hierfür als Ursache zu nennen. In einer sich später anschliessenden, kleinen Abhandlung über Fragen der Methodik des Vegetationsversuches wird noch einmal auf diese Dinge einzugehen sein. Hier muss es genügen, wenn ich solche zu Beginn der Entwicklung unserer Pflanzen deutlich beobachteten Schädigungen dafür haftbar mache, dass zumal beim Buntsandsteinsand, aber auch beim Untergrundlehm einzelne Ernten der Vegetationsgefässe in unerwünschter Weise abweichen. Ob wir dadurch zur Ausschaltung einzelner Gefässe gezwungen werden, und wie stark dadurch die Genauigkeit der Versuche beeinträchtigt wird, ist später jeweils am geeigneten Ort besprochen. Leider konnte ja aus Platzmangel in dem uns zur Verfügung stehenden, halben Göttinger Gewächshaus der Versuch in diesem Jahr nur in dreifacher Parallelausführung zur Erledigung kommen, eine Umgehung der ratsamen Vorsicht, die sich allzuschnell rächte.

Dass trotzdem auch unsere Versuche des Jahres 1914 durchaus nicht unbrauchbar sind, sondern sich anderen bekannter Forscher auf dem Gebiete der Vegetationsversuche durchaus an die Seite stellen dürfen, wird man uns wohl nach genauerer Prüfung gern zugestehen. Wir dürfen uns zu dem Zweck auch auf Ausführungen von Th. Pfeiffer und E. Blanck, die wir bereits oben anführen konnten, berufen.[1])

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77 (1912), S. 51.

Die ohne Grunddüngung verbliebenen Gefässe der Kompost-Lehm-Reihen wurden am 29. Juli, die übrigen am 4. August beerntet.

Endlich ist noch einer mit dem Kriege zusammenhängenden, kleinen Beeinträchtigung unserer Versuche von 1914 zu gedenken: Die Verarbeitung der Ernten fand in Abwesenheit des einen von uns statt; dabei wurden, um nachher besseres Mahlen zu ermöglichen, die Ernten in ihren Gazebeuteln in einem grösseren Trockenapparat bei etwa 50° getrocknet, nach Abkühlung gewogen, dann, nötigenfalls nach wiederholter kurzer Trocknung, gemahlen, und nun gleich in die Glasstopfenflaschen eingefüllt, aus denen dann nach Durchmischen die Proben zur Trockengehaltsbestimmung usw. entnommen wurden. Die Ernten sind also nicht lufttrocken gewogen worden, und auch die Trockenbestimmungen sind nicht im lufttrockenen Pflanzenpulver ausgeführt, da dasselbe nach dem Mahlen nicht erst, wie in sonstigen Fällen, Gelegenheit hatte, an der Luft wieder Feuchtigkeit aufzunehmen. Dadurch erklären sich die ungewöhnlich hohen Trockengehalte, welche bei dieser Versuchsreihe uns auffallen. Dass das hier eingehaltene Verfahren keine Verbesserung gegenüber dem sonstigen Gebrauch bedeutet, versteht sich von selbst, doch scheint es mir die Werte nicht nennenswert in ihrer Bedeutung zu beeinträchtigen, um so weniger, als es bei Verwendung der Zahlen sich wesentlich um ihre Bedeutung als Vergleichswerte handelt.

Wenden wir uns nun der Besprechung der Versuchsergebnisse zu, so seien zunächst die Reihen mit Untergrundlehm betrachtet, und zwar die Eckplätze:

(Siehe die Zusammenstellung auf S. 112.)

Sowohl die kleinere, wie die grössere Ferromangangabe hat bei der Körnerernte nützlich gewirkt, und zwar die grössere etwas weniger. Beide Ertragsvermehrungen, die sich sowohl für die Stickstoffernte wie für die Ernte an Trockenmasse zeigen, liegen aber etwa auf der Höhe der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung, wenigstens für die Trockenmasse. Die Stickstoffmehrung der Ernte durch die geringere Mangangabe geht über die dreieinhalbfache Schwankung hinaus, und überschreitet bei der höheren Mangangabe sogar die vierfache wahrscheinliche Schwankung ganz beträchtlich. Während demnach hier bei der Körnerernte Wirkungen des Mangans nach der günstigen Seite mit nicht ganz geringer Sicherheit zur Fest-

stellung kommen, liegt bei der Strohernte die nur in einem Falle feststellbare Steigerung der Ernte durch Mangan völlig innerhalb der halben wahrscheinlichen Schwankung, und besitzt demnach gar keinerlei Sicherheit, während in den übrigen Fällen, einmal bei der Trockenmassenernte und für beide Stickstoffernten, die Verabreichung von Mangan die Ursache zu einer Ertragsverminderung war. Davon liegt die eine Stickstoffverminderung etwa auf der Höhe der dreifachen wahrscheinlichen Schwankung, während die andere sogar über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinaus liegt und somit auch gesichert erscheint. Wir finden demnach hier eine ziemlich überraschende, entgegengesetzte Beeinflussung der Körner- und Strohernte durch das Mangan, wie sie bislang noch nicht beobachtet werden konnte. Bevor wir hierauf näher eingehen, wird es zuvor zweckmässig sein, zu prüfen, ob wir es hier etwa mit einer häufiger zu beobachtenden Erscheinung zu tun haben, oder ob die Beobachtung vereinzelt bleibt. Daher sei auf später verwiesen. —

Lehmboden mit Grunddüngung. (Eckplätze.)

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
ohne Mangandüngung	65.78	1.6311	89.01	1.2769	154.79	2.9080
	± 0.21	± 0.0367	± 1.50	± 0.0103	± 1.61	± 0.0066
mit je 20 g Ferro-manganschlacke (3 g Mn)	73.44	1.8876	90.22	1.1554	163.66	3.0430
	± 2.55	± 0.0639	± 2.84	± 0.0235	± 5.08	± 0.0787
mit je 40 g Ferro-manganschlacke (6 g Mn)	70.83	1.8435	88.25	1.1413	159.08	2.9847
	± 1.68	± 0.0122	± 1.50	± 0.0446	± 1.98	± 0.0368
mehr durch 3 g Mn	7.66	0.2565	1.21	— 0.1215	8.87	0.1350
	± 2.56	± 0.0737	± 3.21	± 0.0257	± 5.33	± 0.0790
vierfache wahrscheinl. Schwankung dazu .	10.24	0.2948	12.84	0.1028	21.32	0.3160
mehr durch 6 g Mn	5.05	0.2124	— 0.76	— 0.1356	4.29	0.0767
	± 1.69	± 0.0387	± 2.12	± 0.0458	± 2.55	± 0.0374
vierfache wahrscheinl. Schwankung dazu .	6.76	0.1548	8.48	0.1832	10.20	0.1496

Die Gesamternte wird, der entgegengesetzten Beeinflussung von Korn- und Strohernte durch das Mangan entsprechend, keine mit grösserer Sicherheit zu fassende Manganwirkung bringen können. Die Vermehrung der Ernten an Trockenmasse, Korn

und Stroh zusammen genommen ist demnach nur innerhalb der doppelten wahrscheinlichen Schwankung belegen, und das Gleiche gilt auch annähernd von den Stickstoffzahlen. Somit ist von einem sicheren Nachweis einer Ernteverminderung durch Mangan hier nicht zu reden.

Der gleiche Versuch liegt nun auch für Mittelplätze vor:

Lehmboden mit Grunddüngung. (Mittelplätze.)

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
ohne Mangandüngung	71.83 ± 0.35	1.7976 ± 0.0166	87.33 ± 0.62	1.2035 ± 0.0101	159.16 ± 0.96	3.0011 ± 0.0241
mit je 20 g Ferro-manganschlacke (3 g Mn)	69.12 ± 1.87	1.7629 ± 0.0231	90.16 ± 1.66	1.2119 ± 0.0325	159.28 ± 2.17	2.9748 ± 0.0131
mit je 40 g Ferro-manganschlacke (6 g Mn)	72.08 ± 1.31	1.8368 ± 0.0573	86.52 ± 3.61	1.1509 ± 0.0308	158.59 ± 4.67	2.9877 ± 0.0182
mehr durch 3 g Mn	— 2.71 ± 1.90	— 0.0347 ± 0.0285	2.83 ± 1.77	0.0084 ± 0.0340	0.12 ± 2.37	— 0.0263 ± 0.0274
vierfache wahrscheinl. Schwankung dazu .	7.60	0.1140	7.08	0.1360	9.48	0.1096
mehr durch 6 g Mn	0.25 ± 1.36	0.0392 ± 0.0597	— 0.81 ± 3.66	— 0.0526 ± 0.0324	— 0.56 ± 4.77	— 0.0134 ± 0.0302
vierfache wahrscheinl. Schwankung dazu .	5.44	0.2388	14.64	0.1296	19.08	0.1208

Obwohl der ganze Unterschied in der Stellung der Vegetationsgefässe auf Eckplätzen bezw. Mittelplätzen besteht, weist diese Gruppe von Versuchsreihen nicht die Spur der bei der vorigen wenigstens hin und wieder einmal deutlicher auftretenden, günstigen Manganwirkung auf. Ohne Berücksichtigung der wahrscheinlichen Schwankungen zeigt sich, dass Ernteverminderung und Ernteminderung durch Manganzugabe sich annähernd die Wage halten, und die dabei auftretenden Werte erweisen sich als zumeist innerhalb der einfachen, jedenfalls aber immer als innerhalb der doppelten wahrscheinlichen Schwankung liegend. Unzweifelhaft ist jedenfalls aus dieser zweiten Gruppe von Versuchsreihen zu entnehmen, dass die Manganbeigabe keinerlei Erfolg gezeitigt hat. Es liegt auf der Hand, dass hierdurch auch die Beweiskraft der ersten Gruppe, die ja wenigstens in beschränktem Umfange zugunsten des Mangans zu sprechen schien,

stark beeinträchtigt wird. Um einen Abschluss zu erzielen, gebe ich nachstehend den Durchschnitt der beiden Gruppen von Versuchsreihen.

Im Durchschnitt der Eck- und Mittelplätze, bei Heranziehung von 6 Parallelgefässen für die Berechnung jeden Wertes, ergab sich für den Lehmboden mit Grunddüngung:

Lehmboden mit Grunddüngung.

(Durchschnitt der Mittel- und Eckplätze.)

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
ohne Mangandüngung	68.81	1.7143	88.17	1.2402	156.98	2.9546
	± 0.65	± 0.0202	± 0.81	± 0.0072	± 0.94	± 0.0125
mit je 20 g Ferro-manganschlacke (3 g Mn)	71.28	1.8253	90.19	1.1837	161.47	3.0089
	± 1.58	± 0.0340	± 1.65	± 0.0201	± 2.76	± 0.0399
mit je 40 g Ferro-manganschlacke (6 g Mn)	71.46	1.8402	87.39	1.1461	158.84	2.9862
	± 1.07	± 0.0293	± 1.96	± 0.0273	± 2.54	± 0.0205
mehr durch 3 g Mn	2.48	0.1109	2.02	— 0.0566	4.50	0.0543
	± 1.71	± 0.0396	± 1.84	± 0.0214	± 2.92	± 0.0418
vierfache wahrscheinl. Schwankung dazu .	6.84	0.1584	7.36	0.0856	11.68	0.1672
mehr durch 6 g Mn	2.65	0.1258	— 0.79	— 0.0941	1.86	0.0367
	± 1.25	± 0.0356	± 2.12	± 0.0282	± 2.71	± 0.0240
vierfache wahrscheinl. Schwankung dazu .	5.00	0.1424	8.48	0.1128	10.84	0.0960

Die Ernte an Korntrockenmasse ist demnach durch beide Mangangaben gesteigert worden, indessen nur innerhalb der doppelten wahrscheinlichen Schwankung. Die Strohtrockenmasse hat bei einer Düngung mit 3 g Mn durch die eintretende Erntemehrung etwa die einfache wahrscheinliche Schwankung erreicht, bei 6 g Mn liegt der festgestellte Minderertrag nur wenig über einem Drittel derselben. Beide, Korn- wie Strohtrockenmasse, zeigen sich demnach nicht als mit einigermassen grösserer Sicherheit gesteigert. Das gleiche Ergebnis finden wir natürlich dann auch für die gesamte Ernte an Trockenmasse. Die Stickstoffernten sind bei 3 g Mn für das Korn vermehrt, für das Stroh vermindert, und beide Werte liegen zwischen doppelter und dreifacher wahrscheinlicher Schwankung. Ganz entsprechend finden wir bei 6 g Mn eine zwischen drei- und vierfacher wahrscheinlicher Schwankung liegende Vermehrung des Stickstoffgehalts

der Kornernte, und völlig gleichartig eine Verminderung des Stickstoffgehaltes der Strohernte. Als Ergebnis für die Gesamternte bleibt sonach auch hier, dass die Mangangaben ohne deutlichen Einfluss auf die Ernte waren. Dabei wurden durch die starken Düngungen mit der Ferromanganschlacke ganz merkbare Steigerungen des Mangangehaltes der Pflanzenmasse erzielt, weniger deutlich im Korn, obwohl doch nicht zu verkennen, sehr ins Auge fallend dagegen beim Stroh, wo eine Verdoppelung des Gehalts bei der kleineren, eine Verdreifachung bei der grösseren Mangandüngung sich zeigte.

Vielleicht darf darauf hingewiesen werden, dass eine Schädigung durch eine etwa zu hoch gegriffene Mangangabe aller Wahrscheinlichkeit nach auch hier nicht vorliegen kann. Einmal sind die Verminderungen der Ernte durch die doppelte Ferromangangabe der einfachen gegenüber so unbedeutend, soweit nicht sogar Vermehrungen in Betracht kommen, dass schon aus diesem Grunde Einspruch gegen die Annahme einer Manganschädigung erhoben werden kann. Die fraglichen Unterschiede liegen auch zum überwiegenden Teil innerhalb der einfachen wahrscheinlichen Schwankung, ermangeln sonach jeder Sicherheit. Dann aber konnten Pfeiffer und Blanck bei Manganokarbonat nicht nur bei den von uns benutzten Mengen von 3 bezw. 6 g Mn, sondern bei viel höheren Gaben, bis 31.68 g Mn aufs Gefäss noch Ernteerhöhungen[1]) buchen! Und das, obwohl sie in Sandkultur arbeiteten, wir dagegen den immerhin nicht ganz adsorptionsschwachen Göttinger Untergrundlehm benutzten. Auch die älteren Versuche von Pfeiffer und Blanck weisen bei Gaben von nahezu 3 und 6 g Mn in Form des Manganokarbonats zum Teil ganz deutliche Erntevermehrungen gerade auch in Sandkultur auf.[2]) Es wird allerdings auf diese Fragen weiter unten noch einmal zurückzukommen sein.

Als zweite Hauptversuchsgruppe war im Jahre 1914 die Prüfung der Wirkung steigender Ferromanganmengen in einem zu zwei Dritteilen aus Göttinger Untergrundlehm, zu einem Dritteil aus Kompost bestehenden Erdboden in Betracht gekommen, der absichtlich ohne jede Grunddüngung belassen worden war. Es sollte ermittelt werden, ob vielleicht unter knappen Ernährungsbedingungen die Pflanzen leichter eine deutliche Förderung

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 260 und 264.
[2]) Ebenda Bd. 77 (1912), S. 47 und 49.

durch Mangangaben aufweisen würden. So erwünscht es auch gewesen wäre, auch dieser Gruppe die Stellung auf Mittel- und Eckplätzen zuzuteilen, so musste doch, mit Rücksicht auf den auch für bescheidene Wünsche nicht genügend ausreichenden Platz, der zur Verfügung steht, darauf leider verzichtet werden. Es sind somit alle Gefässe dieser Gruppe auf Mittelplätzen aufgestellt worden. Dass die Absicht, die Pflanzen unter knapperen Bedingungen aufwachsen zu lassen, durchaus erreicht worden ist, legen die Prozentzahlen für den Stickstoffgehalt in Korn wie in Stroh dar. Sie schwanken

fürs Korn von 1.709—1.534 gegen 2.759—2.314 bei der vorher besprochenen Gruppe,

fürs Stroh von 0.287—0.339 gegen 1.457—1.217 bei der vorher besprochenen Gruppe.

Entsprechend stellen sich die Gesamternten für Trockenmasse auf annähernd die knappe Hälfte der Werte unserer ersten Gruppe, für Stickstoff aber nur auf reichlich ein Fünftel derselben. Trotz der somit ganz deutlich auffallenden Minderversorgung mit Stickstoff, die sich wohl für die meisten übrigen Pflanzennährstoffe in ähnlicher Weise gezeigt haben würde, wenn eine analytische Prüfung stattgefunden hätte, war in der Jugend unserer Pflanzen unzweifelhaft diese Gruppe, worauf bereits hingewiesen werden konnte, besser ernährt, und wies ein dunkleres Grün auf, als die mit Grunddüngung versehenen. Hierüber wird ja ebenso, wie über den Einfluss des Standes der Gefässe auf Mittel- oder auf Eckplätzen noch später zu reden sein. Wir gehen zur Darlegung der erzielten Ernten über:

(Siehe die tabellarische Zusammenstellung auf S. 117.)

Die Verabreichung von 3 g Mn in Form der Ferromanganschlacke hat zumeist eine Verminderung der Ernte bedingt, die indessen, ebenso wie die einmal festzustellende Vermehrung, annähernd innerhalb des einfachen wahrscheinlichen Fehlers liegt, demnach keinerlei Sicherheit besitzt. Nur die Verminderung der Strohernte liegt weit über die hier sehr niedrige vierfache wahrscheinliche Schwankung hinaus. Entsprechend sind die teils Verminderung, teils Vermehrung ergebenden Wirkungen der doppelten Mangangabe gänzlich unsicher, nur in einem Fall, ebenso wie bei der Reihe mit 3 g Mn bei der Stickstoffernte im Stroh, liegt der Wert weit über den vierfachen wahrschein-

Lehmboden-Komposterdgemisch.

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick stoff
	g	g	g	g	g	g
ohne Mangandüngung	27.21	0.4505	47.96	0.1483	75.17	0.5988
	± 0.68	± 0.0249	± 0.82	± 0.0008	± 1.49	± 0.0037
mit je 20 g Ferro-manganschlacke (3 g Mn)	28.09	0.4383	47.78	0.1373	75.87	0.5756
	± 0.18	± 0.0011	± 0.38	± 0.0004	± 0.43	± 0.0015
mit je 40 g Ferro-manganschlacke (6 g Mn)	27.05	0.4441	49.73	0.1601	76.78	0.6042
	± 0.35	± 0.0011	± 0.95	± 0.0009	± 1.41	± 0.0006
mehr durch 3 g Mn	0.88	— 0.0222	— 0.18	— 0.0110	0.70	— 0.0232
	± 0.70	± 0.0249	± 0.91	± 0.0009	± 1.55	± 0.0040
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	2.80	0.0996	3.64	0.0036	6.20	0.0160
mehr durch 6 g Mn	— 0.16	— 0.0064	2.23	0.0118	1.61	0.0054
	± 0.77	± 0.0249	± 1.29	± 0.0012	± 2.05	± 0.0037
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	3.08	0.0996	5.16	0.0048	8.20	0.0148

lichen Fehler hinaus. Aber der Erfolg der Gabe von 3 g Mn ist eine derart als sicher nachgewiesen erscheinende Schädigung der Stickstoffernte, — und übrigens nicht ganz zehn vom Hundert, — während die Verdoppelung der Mangandüngung eine Erhöhung der Stickstoffernte im Stroh um etwa den gleichen Betrag herbeiführt. Also auch in diesem einzigen Fall widerspruchsvolle Ergebnisse, die, ebenso wie der Ausfall der Gesamternte, und die derselben anhaftenden, wahrscheinlichen Schwankungen auch dieses Mal mit Sicherheit zu dem Ergebnis führen müssen, dass die Mangandüngung keinerlei Ergebnis zu zeitigen vermochte. Ebenso fehlt aber auch ein Anhalt dafür, dass die Ferromangandüngung schädigend gewirkt hätte. — Die Steigerung der Mangangehalte in den Pflanzen war nicht annähernd mit der Wirkung beim gewöhnlichen Untergrundlehm mit Grunddüngung, aber ohne Kompostbeigabe zu vergleichen. Das heisst, die Mangangehalte in den Körnern entsprachen etwa den hierbei beobachteten, nur dass die ungedüngte Reihe nicht durch geringere Werte hervortrat, man vermag wenigstens nur, falls man einen besonders hohen Wert der Reihe „ohne Mangan“ unbeachtet lässt, eine schwache Stufenleiter zu erkennen. Bei den Gehalten des Strohes zeigt sich zwar eine

Vermehrung mit steigender Mangandüngung leidlich deutlich, die Gehalte selbst sind aber ausserordentlich niedrig, ohne dass man ohne weiteres ermessen könnte, aus welchem Grunde. Immerhin ist es nicht unwahrscheinlich, dass einmal der Kompost in irgend einer Weise, vielleicht durch Adsorption, vielleicht anderweit einen Teil des frei werdenden Mangans festgelegt hat, zweitens aber, dass die sonst nicht unwesentlich an der Adsorption teilnehmende, und dabei wahrscheinlich einen Teil des Mangans davor behütende Grunddüngung hier durch ihr Fehlen eine gewisse Rolle spielt. Auch könnte es möglich sein, dass etwa im Boden sich bildende, kolloide Manganlösungen durch Alkalisalze, wie die Grunddüngung diese in erheblicher Menge zuführt, im Durchdringen der Wurzelhaut unterstützt werden. Ähnliches ist, allerdings unter anderen Verhältnissen, von H. PICTON und anderen[1]) beobachtet worden. Bei den Gefässen ohne Grunddüngung würde diese Unterstützung gefehlt haben.

Wir wenden uns der Gruppe zu, bei der die Wirkung des Ferromangans auf den Pflanzenbestand eines Buntsandsteinsandes zur Untersuchung kam. Es handelt sich nicht etwa um einen Ackerboden, sondern, wie bereits in früheren Arbeiten des Göttinger agrikultur-chemischen Instituts erwähnt wurde,[2]) um einen durch Zersetzung von Buntsandstein entstandenen, rötlichen Sand, der Feinerde nur sehr wenig, Humusstoffe so gut wie gar nicht enthielt. Auch hier konnten nur Reihen auf Mittelplätzen angesetzt werden.

Da der Boden so adsorptionsschwach wie möglich war, mussten etwa nach dieser Richtung hin sich kennzeichnende Wirkungen der Mangandüngung deutlich hervortreten. — Zunächst folgen die Erntewerte:

(Siehe die tabellarische Zusammenstellung auf S. 119.)

Trotz der bereits oben erwähnten ungünstigen Verhältnisse in der Jugend unserer Haferpflanzen, die vielleicht unter anderem durch hohe Salzgaben bei wenig wasserhaltender Kraft des armen Bodens bedingt gewesen sein dürften, beträgt die Ernte doch bei der ohne Mangan verbliebenen Reihe nahezu an 160 g Trockenmasse. Nicht nennenswert weniger, als bei dem Untergrundlehm, der

[1]) Journal of the chemic. Society Bd. 61 (1892), S. 187. Vergl. ferner H. LEPLAY, Monit. Scient. Bd. (4) 1 (1887), S. 1401; W. MEYER, Zur Kenntnis einiger anorganischen Kolloidsubstanzen, Inaugural-Dissert., Halberstadt (1897).

[2]) Journal für Landwirtschaft Bd. 62 (1914), S. 236.

doch noch aus sich heraus einige, wenn auch nur geringe Mengen von Pflanzennährstoffen zuschiessen konnte, allerdings auch einen möglicherweise grösseren Teil der Grunddüngung festgelegt haben wird. Die Nachteile in der Jugend sind demnach bei den Buntsandsteingefässen nahezu gänzlich überwunden worden, vielleicht auch völlig.

Buntsandsteinsand.

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff
	g	g	g	g	g	g
ohne Mangandüngung	67.15	1.7931	91.76	1.3061	158.91	3.0992
	± 1.04	± 0.0222	± 2.18	± 0.0269	± 3.14	± 0.0649
mit je 20 g Ferromanganschlacke (3 g Mn)	62.56	1.6545	78.26	1.2101	140.83	2.8646
	± 4.58	± 0.1222	± 5.55	± 0.0357	± 10.21	± 0.1439
mit je 40 g Ferromanganschlacke (6 g Mn)	63.19	1.6602	74.52	1.2615	137.71	2.9218
	± 2.23	± 0.1749	± 1.08	± 0.0115	± 3.28	± 0.0650
mehr durch 3 g Mn	— 3.96	— 0.1306	— 13.50	— 0.0960	— 18.09	— 0.2366
	± 4.70	± 0.1242	± 5.96	± 0.0447	± 10.68	± 0.1579
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	18.80	0.4968	23.84	0.1788	42.72	0.6316
mehr durch 6 g Mn	— 3.96	— 0.1329	— 17.24	— 0.0446	— 21.20	— 0.1775
	± 2.46	± 0.1452	± 2.43	± 0.0293	± 4.54	± 0.0919
vierfache wahrscheinliche Schwankung .	9.84	0.5808	9.72	0.1172	18.16	0.3676
mit je 20 g Ferromanganschlacke (3 g Mn) nach Ausschaltung	69.21	1.8332	86.49	1.2593	155.69	3.0926
	± 1.65	± 0.0359	± 0.36	± 0.0261	± 1.28	± 0.0130
mehr durch 3 g Mn (nach Ausschaltung)	2.06	0.0401	— 5.27	— 0.0468	— 3.22	— 0.0066
	± 1.95	± 0.0422	± 2.21	± 0.0375	± 3.24	± 0.0662
vierfache wahrscheinliche Schwankung (nach Ausschaltung)	7.80	0.1688	8.84	0.1500	12.96	0.2648

Die fehlende, oder ganz schwache Adsorptionsfähigkeit des Sandes hat sich nun zunächst in Manganaufnahmen durch Korn und Stroh gekennzeichnet, die wohl als erstaunlich zu bezeichnen sind. Leidreiter[1]) gibt an, dass Hafer bei einer Düngung von

[1]) A. a. O. S. 56.

20 g Manganokarbonat fürs Gefäss, — eine Düngung, die mit der unsrigen am besten zu vergleichen sein dürfte, — 0.009 % Mangan für die gesamte Pflanze aufnahm, also neunzig zehntausendstel Prozent, um die von uns angewendete Rechnungsgrundlage heranzuziehen. Als höchste Manganaufnahme findet er bei einer Düngung mit 15 g Manganonitrat 270 zehntausendstel Prozent.[1]) Die höchste, von ihm für die ganze Pflanze ermittelte Manganaufnahme überhaupt tritt bei Pferdebohnen ein und beträgt bei Manganophosphatdüngung 470 zehntausendstel Prozent.[2]) Im Haferstroh fand endlich Leidreiter im Höchstfall, und zwar in den Spelzen, 500 zehntausendstel Prozent, in den Stengeln 70—90 zehntausendstel und in den Blättern 300—350. Alles bei einer Gabe von 20 g Manganokarbonat; die Körner wiesen dann 70 zehntausendstel Prozent auf.[3]) Dadegen finden wir bei 20 g Ferromanganschlacke im Korn 151 bezw. 150 zehntausendstel Prozent Mangan, im Stroh aber nicht weniger als 700 bezw. 688 zehntausendstel Prozent. Bei Verabfolgung von 40 g Ferromanganschlacke steigt endlich der Mangangehalt des Korns auf 174 zehntausendstel, in einem Fall sogar auf 195. Das Stroh zeigt Gehalte von 969 zehntausendstel und ein Gefäss weist sogar tausend zehntausendstel Prozent, oder 0.1 % im Stroh auf!

Auffallend ist hierbei übrigens noch ein Umstand. Die ungedüngte Reihe mit Buntsandsteinsand weist höhere Manganaufnahmen durch die Pflanzen auf, als die mit Mangan reichlich versehenen Reihen mit Untergrundlehmboden. Offenbar muss in diesem Buntsandsteinsand bereits von Natur eine nicht ganz geringe Manganmenge von für die Pflanzen aufnehmbarer Form vorhanden sein. Denn es konnte im Korn von 89.8 bis 102.6 zehntausendstel Prozent, im Stroh sogar 110—165 zehntausendstel Prozent Mangan festgestellt werden.[5])

Vergleichen wir hiermit die ohne Manganzusatz verbliebenen Reihen des Göttinger Untergrundlehms aus demselben Jahre, so

[1]) A. a. O. S. 56.
[2]) Ebenda S. 54.
[3]) Ebenda S. 58.
[4]) Gegebenenfalls mit Hilfe der Grunddüngung.
[5]) Im gedüngten wie ungedüngten Rieselgras konnte bereits vor mehreren Jahren der eine von uns Mangan nachweisen, ohne dass irgendwie Mangan absichtlich verabfolgt worden wäre. Vergl. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 71 (1909), S. 276.

finden wir im Korn nur 36, im Stroh nur 30 zehntausendstel Prozent Mangan. Doch scheint keine Wirkung der beim entsprechend ungedüngten Buntsandsteinsand eingetretenen Verdreifachung bis Vervierfachung des Mangangehaltes zu ermitteln zu sein. Die prozentischen Stickstoffgehalte, wie die Zahl der Stickstoffgesamternte deuten bei beiden Reihen darauf hin, dass durchaus Gelegenheit zu einer Erhöhung der Ernte an Trockenmasse vorhanden gewesen wäre, ja, die Werte für die Buntsandsteinreihe liegen sämtlich noch ein wenig höher. Es hat also an Stickstoff für vermehrten Aufbau organischer Masse nicht gemangelt, und nach den verabfolgten Grunddüngungsgaben kann man das Gleiche wohl auch für die übrigen Pflanzennährstoffe sagen. Trotzdem sind die Ernten beider Reihen an Trockenmasse nahezu gleich, es fehlt jedes deutliche Zeichen so einer nützlichen wie einer schädlichen Wirkung des gesteigerten Mangangehaltes.

Aber sogar die Gabe von 20 g Ferromanganschlacke mit ihrer Verdreifachung bis Versechsfachung des Mangangehaltes der Pflanzen (Korn zeigt den dreifachen, Stroh den sechsfachen Gehalt) ist auf den Ertrag ohne sichere Einwirkung geblieben. Zwar zeigt sich eine Abnahme aller Erntewerte, diese liegen aber um die einfache bis doppelte wahrscheinliche Schwankung herum, sind somit durchaus nicht genügend nachgewiesen. Eine Ausnahme macht nur die anscheinend nicht geringe Verminderung der Ernte an Strohtrockenmasse, die zwischen doppelter und dreifacher wahrscheinlicher Schwankung in der Mitte liegt, und sonach ein wenig deutlicher festgestellt ist. Die ganzen Zahlen dieser Reihe mit 20 g Ferromangan leiden an erheblichen Abweichungen vom Mittel, die durch den stark aus der Reihe fallenden Wert des Gefässes 33 bedingt sind. Besonders bei den Trockenernten unterscheidet sich dies Gefäss derart von den Vergleichsgefässen, dass wir es ausgeschaltet und die Reihe nun ohne den so abweichenden Wert berechnet haben, in der Erwartung, vielleicht dann ein deutlicheres Ergebnis zu erhalten. Wie die letzte Tabelle, in welcher diese Zahlen aufgenommen sind, nachweist, tritt eine Minderernte dann nur noch beim Stroh hervor. Alle Ernteunterschiede gegen die Reihe ohne Mangan liegen aber gleichfalls in der Nähe der einfachen wahrscheinlichen Schwankung, und nur die Ernteherabsetzung bei der Strohtrockenmasse greift über die doppelte wahrscheinliche Schwankung um einen mässigen Betrag hinaus. Wie bisher

stets, so versagt auch hier der Versuch des deutlichen Nachweises einer schädlichen, wie einer nützlichen Manganwirkung.

Erst die Erhöhung der Ferromangangabe auf das Doppelte bringt eine ziemlich klare Schädigung. Wie der zuletzt gegebenen Tabelle zu entnehmen ist, zeigt sich auch hier wieder überall ein Herabgehen der Ernte unter dem Einfluss der Mangangabe, das bei der Ernte an Stroh- und Gesamttrockenmasse über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinausliegt. Die Verminderung der Strohernte ist auch eine ziemlich beträchtliche. Immerhin beträgt der Minderertrag für die Gesamternte an Trockenmasse doch nur erst ein Achtel, oder 12.5 %, bei der oben hervorgehobenen, ausserordentlichen Anreicherung von Mangan in der Pflanze. Daraus dürfte auch die Wahrscheinlichkeit hervorgehen, dass bei der Reihe mit 20 g Ferromanganschlacke noch keine Schädigung vorliegt; denn sonst müsste doch wohl bei Verdoppelung der Gabe eine weit erheblichere Beeinträchtigung des Pflanzenwuchses zu erwarten gewesen sein.

Es läge noch die Möglichkeit vor, dass bei der Gruppe mit Buntsandsteinsand eine geringere Düngung mit Ferromanganschlacke, etwa 5 oder 10 g, fördernd auf die Ernten gewirkt hätte. Wahrscheinlich ist dies aber nicht. Denn bereits die ohne Mangandüngung verbliebene Reihe dieser Gruppe zeigte, wie schon dargelegt, einen ganz merkbaren Mangangehalt der Erntemasse, so dass nicht recht einzusehen ist, was eine mässige Erhöhung desselben zur Förderung des Pflanzenlebens hätte beitragen sollen.

Auch für das Jahr 1914 ist sonach eine vorteilhafte Wirkung der in ganz anderer Weise versuchten Manganzuführung ausgeblieben. Einzelne Ausschläge nach der positiven Seite, die ausreichend nachgewiesen zu sein scheinen, werden durch andere in gleicher Weise gesicherte nach der negativen Seite hin wieder wettgemacht. Von einem deutlichen Nutzen der Manganbeigabe kann nicht die Rede sein. Dagegen tritt zum ersten und einzigen Male bei dem sehr adsorptionsschwachen Buntsandsteinsand eine schädliche Wirkung der Ferromanganschlacke hervor, der bei der stärkeren Gabe eine ausreichende Sicherheit für die Strohernte, und damit auch für die Gesamternte zugeschrieben werden muss. Es ist dies gegenüber den Ermittelungen von Pfeiffer und Blanck durchaus als auffällig zu bezeichnen, da diese Forscher bei ihren Sandkulturen ganz andere Mengen von Mangan in

Form des Karbonats angewandt haben, bis 31.68 g Mn aufs Gefäss![1]) Wir glauben daher auch annehmen zu sollen, dass es sich bei uns für die Reihe mit 40 g Ferromanganschlacke bei Buntsandsteinsand nicht sowohl um eine durch Mangan bedingte Ernteminderung handelt, als vielmehr um einen schädlichen Einfluss dieser starken Gabe einer immerhin verhältnismässig leicht löslichen Verbindung bei der ohnehin bereits recht starken bis zu starken Konzentration der Bodenlösung. Einen einwandfreien Beweis dafür vermögen wir freilich nicht anzutreten. —

Mit Ausnahme der Buntsandsteinsand-Gruppe haben wir endlich sämtliche ohne Mangan verbliebenen Reihen gegen die mit Mangan in irgend einer Weise gedüngten unter Berücksichtigung der Anzahl der Gefässe verglichen. Die Mangandüngung hat dann im Durchschnitt aller Versuche (mit Ausnahme der vielleicht durch die Manganschlackendüngung mehr oder weniger geschädigten auf Buntsandsteinsand, die sonst das Ergebnis für Mangan noch ungünstiger gestalten würden) den Ertrag an Gesamttrockenmasse um 0.83 vom Hundert erhöht. Die eingetretene Wirkung der Mangandüngung ist also, wenn wir selbst ihren sicheren Nachweis annehmen, ohne jede Bedeutung. —

Versuche des Jahres 1908, angestellt von C. von Seelhorst.

Diese, uns gütigst überlassenen Versuche sind nach Feststellung der Erntemengen nicht weiter untersucht worden. Sie zeigen den Vorzug, mit verschiedenen Pflanzen und Bodenarten angestellt zu sein. Es sind kleine Vegetationsgefässe und Steinkästen verwendet worden. Die ersten fassten 11 kg des auch früher häufig genannten Untergrundlehms, beziehungsweise 12.5 kg eines Gemisches von einem Teil Untergrundlehm und drei Teilen Sand. Die Steinkästen stellen in die Erde gemauerte, unten offene Vierecke von $1^1/_3$ m Tiefe und 1 qm Oberfläche dar. Sie sind mit Leinetal- und mit Rötboden gefüllt. Die Steinkästen blieben ohne Wassergabe, die Vegetationsgefässe sind in der üblichen Weise, nachdem ihr Wasserhaltungsvermögen ermittelt war, durch Auswiegen auf einer bestimmten Höhe der Wasserversorgung erhalten worden. Die Ernte fand für Senf am 27. Juli, für Sommerweizen am 24. August, für Erbsen am 21. Juli statt, während die Versuche am 15. April angesetzt worden waren.

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 260 und 264.

Gefässversuche.

Lfd. Nr.	Boden	Grunddüngung: Phosphorsäure und Kali[1]	Grunddüngung: Stickstoff[2]	Pflanze	1 g $MnSO_4$ als Sonderdüngung[3]	Ernte an lufttrockener Masse in Gramm				Mittel:
1	Lehm	gegeben	gegeben	Senf	gegeben	60.2	53.7	59.0	56.0	57.2 ± 0.99
	„	„	„	„	blieb aus	57.7	61.9	58.2	62.4	60.1 ± 0.83
						durch Mangangabe mehr				— 2.9 ± 1.29
2	Lehm	gegeben	gegeben	Sommerweizen	gegeben	60.2	50.8	53.1	59.1	55.8 ± 1.52
	„	„	„	„	blieb aus	64.2	61.5	62.9	59.3	62.0 ± 0.49
						durch Mangangabe mehr				— 6.2 ± 1.60
3	Lehm	gegeben	nur Viertelgabe	Erbse	gegeben	65.7	68.5	63.1	63.1	65.1 ± 0.87
	„	„	„ „	„	blieb aus	65.6	72.5	62.4	66.0	66.6 ± 1.43
						durch Mangangabe mehr				— 1.5 ± 1.67
4	Sand	gegeben	gegeben	Senf	gegeben	41.5	43.8	54.0	45.7	46.3 ± 1.84
	„	„	„	„	blieb aus	49.3	41.4	38.4	49.9	44.8 ± 1.94
						durch Mangangabe mehr				1.5 ± 2.67
5	Sand	gegeben	gegeben	Sommerweizen	gegeben	40.5	44.2	33.2	40.4	39.6 ± 1.55
	„	„	„	„	blieb aus	43.0	46.8	41.8	31.5	40.7 ± 2.11
						durch Mangangabe mehr				— 1.1 ± 2.62
6	Sand	gegeben	nur halbe Gabe	Erbse	gegeben	25.8	29.5	30.5	35.7	30.4 ± 1.38
	„	„	„ „ „	„	blieb aus	23.9	45.0	41.8	40.2	37.7 ± 3.18
						durch Mangangabe mehr				— 7.3 ± 3.47
7	Sand[4]	gegeben	gegeben	Sommerweizen	gegeben	40.5	44.2	—	40.4	41.7 ± 0.84
	„	„	„	„	blieb aus	43.0	46.8	41.8	—	43.8 ± 1.02
						durch Mangangabe mehr				— 2.1 ± 1.32
8	Sand[5]	gegeben	nur halbe Gabe	Erbse	gegeben	—	29.5	30.5	35.7	31.9 ± 1.31
	„	„	„ „ „	„	blieb aus	—	45.0	41.6	40.2	42.3 ± 0.95
						durch Mangangabe mehr				— 10.4 ± 1.62

[1]) 1 g P_2O_5 als sekundäres Calciumphosphat, 1 g K_2O als 40 %iges Kalisalz. — [2]) 1 g N als Natronsalpeter gilt als volle Gabe. — [3]) Also etwa 0.2 g Mn. — [4]) Reihe 5 mit Ausschaltung. — [5]) Reihe 6 mit Ausschaltung.

Es sei jetzt der Versuchsplan und gleichzeitig das Ernteergebnis mitgeteilt:

(Siehe die Tabelle auf S. 124.)

Für die Versuchsgruppen 5 und 6 sind doppelte Angaben gemacht, einmal unter Anführung sämtlicher Erntezahlen, dann, laufende Nummer 7 und 8, mit Ausschaltung je einer abweichenden Zahl in jeder Reihe.

Wir finden im wesentlichen das gleiche Ergebnis wie bei unseren eigenen Versuchen. Zumeist liegt die etwaige Vermehrung oder Verminderung der Ernte durch die Mangangabe innerhalb der einfachen bis doppelten wahrscheinlichen Schwankung, geht gelegentlich auch noch ein wenig über diese hinaus. Die alleinige Ausnahme stellt, falls man nur die ohne Ausschaltung erlangten Werte betrachtet, die Gruppe 2 dar, deren Ertragsminderung durch die Mangangabe fast die vierfache wahrscheinliche Schwankung erreicht. Berücksichtigt man dagegen die durch Ausschaltung erhaltenen Werte, so zeigt sich noch einmal, bei Reihe 8, ein starker Minderertrag, der auch völlig gesichert ist. Ein Mehrertrag durch Mangan, der auch nur einigermassen gesichert wäre, ist in keiner Weise aufzufinden.

(Siehe die Tabelle auf S. 126.)

Um bei den Kastenversuchen wenigstens zumeist ein annäherndes Urteil über die Genauigkeit der erhaltenen Werte und die Bedeutung der erzielten Abweichungen zu erhalten, haben wir überall, wo Parallelernten vorhanden sind, die wahrscheinliche Schwankung nach der Formel: halbe Differenz mal 0.674 berechnet, ohne uns darüber im Unklaren zu sein, dass die Wahrscheinlichkeitsrechnung bei nur zwei Vergleichsbestimmungen theoretisch völlig der Grundlagen entbehrt. Sie wird von uns dann eben nur als vereinbartes Genauigkeitsmafs angesehen.

Im übrigen ist das Ergebnis auch der zweijährigen Kastenversuche völlig mit den sonst in dieser Arbeit erzielten Werten übereinstimmend. Es finden sich sechsmal durch Mangan bedingte Mehrerträge, einmal keinerlei Wirkung, dreimal durch Mangan verursachte Mindererträge. Viermal liegt nur je eine Vergleichsernte vor, und von diesen vier auf ihre Schwankungen völlig unkontrollierbaren Ernten sind drei dem Mangan günstig.

Kastenversuche des Jahres 1908.

Boden	Grunddüngung: Phosphorsäure und Kali	Grunddüngung: Stickstoff	Kalk	Pflanze	Mangandüngung in Form von	Ernte an lufttrockener Masse in Gramm		Mittel:
Röt	gegeben	volle Gabe	gegeben	Senf	gegeben	1045		
„	„	„ „	„	„	blieb aus	955		
			durch die Mangangabe mehr			90		
Röt	gegeben	Viertelgabe	gegeben	Erbse	gegeben	695	775	735 ± 26.96
„	„	„	„	„	blieb aus	665	745	705 ± 26.96
			durch die Mangangabe mehr					30 ± 38.13
Leine	gegeben	volle Gabe	kein	Senf	gegeben	850		
„	„	„ „	„	„	blieb aus	850		
			durch die Mangangabe mehr			—		
Leine	gegeben	Viertelgabe	kein	Erbse	gegeben	640	720	680 ± 26.96
„	„	„	„	„	blieb aus	710	780	745 ± 23.59
			durch die Mangangabe mehr					— 65 ± 35.82

Kastenversuche des Jahres 1909.

Röt	gegeben	volle Gabe	gegeben	Senf	gegeben	1050		
„	„	„ „	„	„	blieb aus	1020		
			durch die Mangangabe mehr			30		
Röt	gegeben	volle Gabe	gegeben	Sommerweiz.	gegeben	950	1160	1055 ± 70.77
„	„	„ „	„	„	blieb aus	1120	1230	1175 ± 37.07
			durch die Mangangabe mehr					— 120 ± 79.89
Röt	gegeben	Viertelgabe	gegeben	Erbse	gegeben	1060	1280	1170 ± 74.14
„	„	„	„	„	blieb aus	990	1120	1055 ± 43.81
			durch die Mangangabe mehr					115 ± 86.12
Leine	gegeben	volle Gabe	kein	Senf	gegeben	1020		
„	„	„ „	„	„	blieb aus	1000		
			durch die Mangangabe mehr			20		
Leine	gegeben	volle Gabe	kein	Sommerweiz.	gegeben	1160	1090	1125 ± 23.59
„	„	„ „	„	„	blieb aus	1180	1185	1182 ± 1.69
			durch die Mangangabe mehr					— 57 ± 23.65
Leine	gegeben	Viertelgabe	kein	Erbse	gegeben	1110	1130	1120 ± 6.74
„	„	„	„	„	blieb aus	1000	1200	1100 ± 67.40
			durch die Mangangabe mehr					20 ± 67.74

Immerhin sind die Ertragssteigerungen nur in einem einzigen Falle überhaupt erheblich, und betragen annähernd 10 fürs Hundert. Sonst fallen sie garnicht ins Gewicht.

Sonst finden sich gleichmässig drei dem Mangan scheinbar günstige, drei ihm scheinbar ungünstige Ertragsbeeinflussungen, von denen aber keine den Betrag der zweieinhalbfachen Schwankung übersteigt. Die drei Erntevermehrungen durch Mangan liegen zweimal innerhalb der einfachen, einmal innerhalb der doppelten wahrscheinlichen Schwankung. Die drei Ernteverminderungen finden sich zweimal innerhalb der doppelten wahrscheinlichen Schwankung, und einmal innerhalb der zweieinhalbfachen. Das heisst, auch hier ist keine auch nur mässig sicher beglaubigte Manganwirkung zu verspüren, und damit haben im ganzen vierjährige Vegetationsgefässversuche und zweijährige Kastenversuche das gleiche Ergebnis gezeitigt.

Wir haben damit den Schluss unserer Arbeit erreicht. Dieselbe hat uns zwar einige Hinweise darauf gebracht, dass Mangangaben unter geeigneten Bedingungen durch Basenaustausch günstig auf die Stickstoffernte wirken können,[1]) und dass derartige Zusammenhänge auch bei den Versuchen anderer Forscher eine gewisse Beachtung beanspruchen können, wenigstens hier und da. Auch dass die Konzentrationserhöhung der Bodenlösung durch besonders hohe Gaben von manganhaltigen Verbindungen nicht unberücksichtigt bleiben darf, wurde erkannt, im Anschluss an bereits von Pfeiffer und Blanck nach dieser Richtung hin geäusserte Ansichten.[2]) Was indessen vor allem angestrebt wurde, eine Bestätigung und Sicherung der Anschauungen über wichtige Reizwirkungen des Mangans, blieb unerfüllt. Unsere Versuche können in ihrer Gesamtheit nur als ein Beleg dafür angesehen werden, dass jedenfalls unter mannigfaltigen Umständen weder fördernde, noch hemmende Wirkungen der Manganverbindungen auf das Wachstum unserer Kulturpflanzen als sichergestellt anzusehen sind. Es scheint uns überhaupt, als wenn

[1]) Nicht müssen! Vergl. z. B. auch S. 116/117, wo kein Anzeichen dafür vorliegt, während z. B. auf den Seiten 60, 67/68, 78/79, 87/88, 101 Anzeichen für Basenaustausch erwähnt werden.

[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 83 (1914), S. 268.

es bislang an völlig einwandfreien Beweisen für die Reizwirkung der Manganverbindungen noch allzusehr mangelte, als dass man von mehr als von einer Möglichkeit in dieser Richtung reden dürfte. Eine solche soll natürlich nicht geleugnet, sondern sogar zugegeben werden, dass besonders die Versuche B. Schulzes wie auch die unsrigen gelegentliche Hinweise in dieser Hinsicht bieten, die aber schärferer Kritik noch nicht Widerstand zu leisten vermögen. Hier, wie an vielen anderen Punkten unseres Faches liegt offenbar die Aussicht, gesicherte und weitgehende Kenntnisse zu erlangen, bei weitem nicht in so leicht erreichbarer Nähe, als dass man voraussichtlich ohne wesentliche Ausdehnung und Verfeinerung der Untersuchungsmethodik Erfolge erzielen könnte.

Solange aber nicht eine starke Bürgschaft dafür vorliegt, dass die Anwendung von Mangan wenigstens in der überwiegenden Zahl von Fällen wirkliche, erhebliche Vorteile bringt, solange werden wir nicht von einer zweifellosen Reizwirkung oder überhaupt von irgend einer gesicherten Wirkung des Mangans reden dürfen. Besonders werden wir so lange aber allen Bestrebungen, dem Landwirt manganhaltige Stoffe als angeblich vorzüglichen Dünger zu verkaufen, auf das allerschärfste entgegentreten müssen.[1])

Im besonderen konnten wir noch ermitteln, dass die bei der Ferromanganherstellung abfallenden Schlacken zwar durchaus geeignet erscheinen, den Pflanzen sehr erhebliche Mengen von Mangan zuzuführen, hierbei sichere Ertragssteigerungen indessen offenbar ebensowenig verursachten, wie andere Manganverbindungen bei unseren Versuchen. Im Gegenteil waren die einzig sicher nachgewiesenen Ertragsverminderungen durch Mangansalze bei unseren Versuchsreihen auf die Verwendung grösserer Mengen von Ferromanganschlacken zu Sandboden zurückzuführen.

[1]) Während des Krieges sind derartige Versuche für das ja beschlagnahmte Mangan verschwunden, dafür leider für Bleinitrat aufgetaucht. Man vergl. Hannoversche Zeitung für Land- und Forstwirtschaft Bd. 69 (1916), S. 99 u. f.

Wir schliessen so unsere Ausführungen mit der Hoffnung, dass bald durch die agrikultur-chemische Forschung völlige Klarheit geschaffen wird. Dass in Anbetracht der nun wohl genugsam einleuchtenden Schwierigkeiten auf unserem Gebiet der Versuch dazu nur auf breiter Grundlage, unter Heranziehung weitgehender Hilfsmittel gemacht werden kann, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Nur Versuche mit verschiedenen Bodenarten, einer ganzen Anzahl von wechselnden Mangangaben sowohl der Menge wie der Form der Düngung nach, und wohl auch mit verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen werden bei Benutzung zahlreicher Vergleichsgefässe und verschiedener Pflanzenarten Aussicht haben, uns weiter und abschliessend zu fördern, namentlich wenn auch eine weitgehende analytische Verarbeitung der Erntemassen, und womöglich auch eine Analyse der Dränwässer des Bodens hinzutritt. Dass nur besonders bevorzugte Institute so kostspielige Versuche werden übernehmen können, liegt auf der Hand. Vor allem aber, das glauben wir auch hier noch einmal betonen zu müssen, wird das Hauptgewicht auf eine scharfe und sorgfältige, auch nebensächlich erscheinende Umstände heranziehende, kritische Verarbeitung des erlangten Versuchsmaterials zu legen sein. Wie bereits Adolf Mayer und später Pfeiffer und Blanck meinen, hat es hieran nicht ganz selten etwas gefehlt, nicht zum Nutzen für die Richtigkeit unserer allgemeinen Ansichten von der Manganwirkung und den Reizwirkungen überhaupt.

Göttingen, Agrikulturchemisches Institut der Universität, 12. März 1916.

Arbeit aus dem agrikultur-chemischen Institut der Universität Göttingen.

Kleine Beobachtungen zur Gewinnung von Höchsternten bei Vegetationsversuchen.

(Beiträge zur Ausführung von Vegetationsversuchen, II.)

Von

PAUL EHRENBERG und KARL SCHULTZE-Göttingen.

Mannigfache Gründe sind dafür massgebend, dass der Agrikulturchemiker bei seinen Vegetationsversuchen hohe Ernten vom Gefäss erstrebt. Einmal kommen durch irgendwelche Umstände, etwa durch Mangel an einem Pflanzennährstoff, veranlasste Herabminderungen der Ernte dann um so deutlicher zur Erscheinung. Ferner werden starke, üppig wachsende Pflanzen eine grössere Sicherheit gegen irgendwelche Schädigungen bieten, die von dem wertvollen Material ja natürlich nach Kräften fernzuhalten sind. Eine Erhöhung der Gefässernten ermöglicht weiter die analytische Verarbeitung der Erntemasse für das einzelne Gefäss, ohne dass man genötigt wäre, zu dem ja gelegentlich nicht zu vermeidenden, aber immer unerwünschten Zusammenwerfen der Ernten der Vergleichsgefässe und der Verarbeitung einer Durchschnittsprobe zu greifen. Im Fall es sich um die Gewinnung von Vorführungsbeispielen handelt, ist der grössere Wert üppig entwickelter Pflanzen ohne weiteres einleuchtend, derartige, hervorragend entwickelte Gefässpflanzen „wirken“ besser. Auch soweit endlich eine Prüfung des Bodens von uns nach dem Versuch in irgend einer Weise beabsichtigt ist, besitzen hohe Gefässernten ganz erhebliche Bedeutung. Denn nur bei starken Entnahmen durch die Pflanzen werden die ohnehin nicht zu unterschätzenden Schwierigkeiten einer Untersuchung des Bodens in ihrer Bedeutung etwas herabgemindert. Entsprechend wird die Prüfung des Wasserhaushaltes

von Boden und Pflanze erleichtert werden, wenn die Entwicklung der Pflanzen einen möglichst schnellen, kraftvollen Verlauf nimmt. Es wäre ohne besondere Mühe möglich, noch weiter Gründe[1]) anzuführen, die sämtlich für den Agrikulturchemiker hohe Vegetationsgefässernten als erstrebenswertes Ziel erscheinen lassen müssen.

Schwieriger erscheint die Frage, wie man solch Ziel erreichen kann. Seit längeren Jahren sind unseres Wissens die Arbeiten von Th. Pfeiffer und seinen Mitarbeitern die einzigen, die sich mit der hier vorliegenden Frage im engeren Sinne experimentell beschäftigt haben.[2]) Sonst hat man in der Regel zwar möglichst alle Faktoren, die für das Pflanzenwachstum nach dem Ermessen des jeweiligen Versuchsanstellers in Betracht kommen, in das erreichbare Höchstmass zu setzen gesucht, sich dann aber mit den erzielten Ernten als einer „von höherer Gewalt" abhängigen Grösse abgefunden, ohne sich zumeist über die nun erreichte Höhe erhebliche Bedenken zu machen.

Als der eine von uns vor nunmehr vier Jahren zum erstenmal die ihm freundlichst überlassene Hälfte des Göttinger Vegetationshauses für Versuche benutzen konnte, war es sein Bestreben, neben anderen Fragen der Versuchstechnik auch diese in den Bereich seiner Arbeiten zu ziehen, obwohl das Göttinger Vegetationshaus gerade für die Erzielung von Höchsternten durch seine unverkennbar ungünstige und unzweckmässige Anlage weniger geeignet erscheint. Vielleicht ist es aber gerade deshalb um so wichtiger, sich über die Höchstleistungen unter solchen Umständen Klarheit verschaffen zu können.

Die nachfolgend mitgeteilten Versuchsergebnisse mehrerer Jahre sind nun weit entfernt, die Frage der Höchsterträge bei Vegetationsversuchen, und der zu ihrer Erreichung etwa anzuwendenden Hilfsmittel auch nur annähernd zu klären. Das wird um so weniger möglich sein, als eine Verwendung der Gesamtheit der ganzen für ein oder gar mehrere Versuchsjahre ver-

[1]) Ich weise zum Beispiel auf einen von Th. Pfeiffer und seinen Mitarbeitern angeführten Grund hin, der die Bedeutung der höheren Ernten für ein verfeinertes Verfahren der Ermittelung des Wasserverbrauchs der Gefässe in sich einschliesst. Vergl. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 209. Ferner auf A. Mitscherlich, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77 (1912), S. 419; Landw. Jahrbücher Bd. 38 (1909), S. 540; Bd. 43 (1912), S. 653 und an anderen Orten.

[2]) Vergl. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 82 (1913), S. 237.

fügbaren Mittel nur für Fragen der Methodik zumeist nicht in Betracht kommen kann. Doch hoffen wir, mit unseren Mitteilungen die Anregung dazu zu geben, dass auch anderen Orts weit häufiger als bisher,[1]) solche oder ähnliche Versuche durchgeführt werden. Der grosse Vorteil dabei ist nicht nur, dass derart die Technik des Vegetationsversuchs allgemein verbessert und vertieft wird, sondern besonders, dass der einzelne Versuchsansteller immer mehr selbst empfindet, ein wie sorgfältiges Handhaben derselben erforderlich ist, sollen wirklich Erfolge erzielt werden, und immer mehr auch Einzelheiten und Nebenumstände beobachten lernt, die gelegentlich für die Deutung der Ergebnisse massgebend wirken können.

Aus den uns gerade verfügbaren Zahlen von Vegetationsversuchsernten greifen wir einige heraus, um zu zeigen, welche Unterschiede offenbar bei Höchsternten vorkommen, die man an einzelnen Stellen zu erzielen vermochte (Pflanze: Hafer):

WAGNER[2]) 2 g Salpeterstickstoff und anderweitige Grunddüngung[3]) . .	232.1 g	Trockenmasse,
PFEIFFER, BLANCK und FRISKE[4]) 2 g Stickstoff[5]) und Grunddüngung[6]) .	161.0 „	„ .

Da die Grösse der Gefässe, wie auch die Fruchtart bei beiden Versuchen die gleiche war, so ist die etwa ein Drittel betragende Minderernte für den zweiten Versuch, bei dem mit grosser Sorgfalt alle Hilfsmittel angewendet waren, um die Ernte zu steigern, recht auffällig, und auch für den Forscher, der sie erhielt, bislang noch nicht in befriedigender Weise erklärlich,[7]) obwohl ein wesentlicher Grund in dem Lichtentzug durch das Drahtgitter des Vegetationsraumes ermittelt werden konnte.

---

[1]) Und zwar unter Durcharbeitung gelegentlich erreichter, wertvoller Hinweise in der Richtung auf die nun überhaupt im Höchstfalle erzielbaren Erträge. Dies ist meist noch nicht geschehen; vergl. MITSCHERLICH, Landw. Jahrbücher Bd. 42 (1912), S. 703 u. f.

[2]) Die Stickstoffdüngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, S. 409. Berlin 1892.

[3]) Nähere Angaben fehlen leider.

[4]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 82 (1913), S. 277.

[5]) Als Ammonnitrat.

[6]) 3 g P_2O_5 als Monocalciumphosphat, 3 g K_2O als Kalisulfat, dazu 1 g Chlormagnesium.

[7]) Vergl. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 82 (1913), S. 286 und ebendort Bd. 86 (1915), S. 52/53 und 59/60.

Wir glauben nun bei unseren Versuchen einige weitere Möglichkeiten aufgefunden zu haben, die Erträge bei Vegetationsversuchen zu steigern, und wollen diese hier kurz besprechen. Dass wir dabei durchaus nicht glauben, zuerst auf derartige Hilfsmittel hinzuweisen, sei im voraus bemerkt. Wir haben nur versucht, sie planmässig zu prüfen, um so selbst ein Urteil über ihre Brauchbarkeit zu gewinnen.

1. Zusatz von Komposterde.

Der Zusatz von Komposterde zu Vegetationsversuchen ist keinerlei neue Entdeckung. Er findet sich nicht selten in der Literatur erwähnt und zumeist von gutem Erfolg begleitet. Das kann ja auch nicht weiter Wunder nehmen. Ist doch Komposterde einmal sehr nährstoffreich, und zwar reich an leicht löslichen Nährstoffen, und dann auch in günstigem, physikalichen Zustande befindlich. Freilich, nicht jeder Kompost ist das, besonders nicht jeder in der landwirtschaftlichen Praxis benutzte Kompost. Ich habe hier mehr den gärtnerisch gewonnenen „reifen" Kompost im Auge. Dass auch solcher, falls er eben nicht mit erheblicher Sorgfalt gewonnen ist, recht geringe Nährstoffmengen enthalten kann, wenigstens was den löslichen Stickstoff anbelangt, war eine der ersten Beobachtungen, die im hiesigen agrikulturchemischen Institut im Anschluss an Versuche mit Kompostzusatz gemacht wurden.[1])

Bei diesem Versuch ergab sich aber, dass ein Sandboden für einen mässigen Zusatz von Kompost und Kalk wahrscheinlich infolge Beeinflussung seiner physikalischen Bodeneigenschaften durch eine Erhöhung der Ernte dankbar war.[1]) Das Gleiche zeigte sich, vielleicht noch deutlicher, bei einem Lehmboden.[2])

Als weiteres Beispiel möchte ich einen Vergleich der Mangandüngungsversuche von B. Schulze einerseits und O. Fallada und I. K. Greisenegger andererseits ansehen.

B. Schulze erreichte bei seinen Rübenernten 1300 g frische Masse und mehr,[3]) Fallada und Greisenegger erhielten kaum die Hälfte dieser Erntemenge,[4]) arbeiteten dabei mit 30 kg Erd-

[1]) Journal für Landwirtschaft Bd. 61 (1913), S. 349.
[2]) Ebendort S. 355.
[3]) Vergl. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87 (1915), S. 6/7.
[4]) Österr.-Ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft Bd. 44 (1915), S. 381 u. f.

boden und fast 3 g Stickstoffdüngung, während SCHULZE nur 20 kg Boden benutzte und ausserdem eine wenigstens zum Teil erheblich niedrigere Stickstoffgabe. Aber, und das erscheint nicht ohne Bedeutung, SCHULZE benutzte als Boden ein Gemisch von 1 Volumteil Odersand, 1 Volumteil Lehm und 2 Volumteilen Kompost, der fein zerhackt war, FALLADA und GREISENEGGER einen, allerdings nicht als arm zu bezeichnenden gewöhnlichen Boden.

In einer im gleichen Heft dieser Zeitschrift veröffentlichten Arbeit können die Ernteergebnisse einer Gefässfüllung mit Untergrundlehm mit und ohne Zusatz von je 1 kg Kompost und 1 kg Sand verglichen werden.[1])

Mit Mangan (Mittelplätze).	Ernte an Trockenmasse g	Ernte an Stickstoff g
Mit Kompost	149.83 ± 3.04	2.0168 ± 0.0404
Ohne Kompost	150.11 ± 2.09	1.9805 ± 0.0127
Durch Kompost mehr:	— 0.28 ± 3.69	0.0363 ± 0.0424

Ohne Mangan (Mittelplätze).	Ernte an Trockenmasse g	Ernte an Stickstoff g
Mit Kompost	156.93 ± 1.85	2.0426 ± 0.0426
Ohne Kompost	153.93 ± 0.56	2.0444 ± 0.0044
Durch Kompost mehr:	3.00 ± 1.93	— 0.0018 ± 0.0428

Mehrertrag im Mittel beider Fälle durch Kompost 1.31 g ± 2.08 Trockenmasse und 0.0173 g ± 0.0301 Stickstoff.

Einen auch nur einigermassen sicheren Mehrertrag an Trockenmasse finden wir demnach nicht vor, wenn wir das Mittel der beiden vorliegenden Reihen betrachten. Es kommt noch hinzu, dass die kleine, überhaupt feststellbare Vermehrung mit einer geringen Erhöhung der Stickstoffernte zusammengeht, also ganz gut durch die Stickstoffwirkung des Kompostes bedingt gewesen sein könnte. Etwas besser tritt eine physikalische Kompostwirkung zutage, wenn wir nur die Reihe ohne Mangandüngung betrachten, wozu wir wohl ein gewisses Recht besitzen, da das Mangan zweifellos stark auf den Basenaustausch wirkt,[2]) und hierbei in einer uns unbekannten Weise vielleicht auch auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens. In der Reihe

[1]) EHRENBERG und SCHULTZE, Journ. f. Landw. Bd. 64 (1916), S. 84/85.
[2]) Ebenda S. 78, 88 und an anderen Orten.

ohne Mangan finden wir, dass bei Fehlen jeder Vermehrung der Stickstoffernte doch die Menge der gewonnenen Trockenmasse sich um einen die anderthalbfache wahrscheinliche Schwankung überschreitenden Betrag erhöht hat. Das sind immerhin noch Mengen, die zu irgend einer Schlussfolgerung bei weitem zu unsicher sind. Wir stellen nur fest, dass sie in der Richtung einer günstigen Wirkung des Kompostes, abgesehen von dessen Stickstoffwirkung,[1]) liegen.

Auffälligere günstige Wirkungen des Kompostes waren bei einem späteren Versuch zu bemerken, der gleichfalls in der erwähnten Arbeit näher vorgeführt wird.[2]) Schon die wasserfassende Kraft zeigte sich durch Kompostzusatz, wie das ja nicht überraschen kann, ganz wesentlich erhöht. Die gleichen Gefässe nahmen, mit 12.81 kg[3]) Untergrundlehm gefüllt, 3.451 kg Wasser auf, mit 11.80 kg[3]) Untergrundlehm-Kompost[4]) 4.434 kg Wasser. Die Wasserfassung zeigt sich demnach als um rund den vierten Teil erhöht.

Ferner trat in den ersten Wochen des Wachstums eine ganz auffällig günstigere Entwicklung bei den Kompostgefässen ein, als bei den damit in Vergleich zu setzenden Gefässen ohne Kompost. Obwohl die Pflanzen Mitte April bereits fingerhoch waren und vereinzelt wurden, zeigte sich deutlich bis Ende Mai ein merkbar besserer Stand der mit Kompost versehenen Gefässe, die eine Grunddüngung nicht erhalten hatten. Ja, während später allerdings die Kompostpflanzen durch gelbliche Farbe bei sonst gutem Stande steigenden Stickstoffmangel verrieten, zeigten sie zuerst wochenlang eine dunklere Farbe als die übrigen Bestände der Gefässe, die doch durch eine reichliche Stickstoffgrunddüngung viel eher dunkle Farbe hätten aufweisen sollen. Wir haben in dem Umstand, dass die auf Buntsandsteinsand angebauten Vergleichsreihen eine in den ersten Wachstumsmonaten bemerkbare und zumal in der ersten Zeit sehr wesentlich schlechtere Entwicklung zeigten, eine Folge der knapperen

---

[1]) Auch anderweitige Düngewirkungen des Kompostes können, der verabfolgten Grunddüngung halber, wohl kaum in Betracht gekommen sein.

[2]) Ehrenberg und Schultze, Journal für Landwirtschaft Bd. 64 (1916), S. 106/109.

[3]) Trockenmasse.

[4]) 5 kg gesiebter Kompost auf 10 kg Untergrundlehm, beides frische Masse, gerechnet.

Wasserversorgung, damit vielleicht Hand in Hand gehender zu hoher Salzkonzentration der Bodenlösung und anderer Umstände erblickt. Es ergibt sich dies scheinbar aus dem Umstande, dass die ausser Tropon, schwer löslichem Kalkphospat, Magnesiumkarbonat und Calciumkarbonat 20 g leichter lösliche Salze[1]) enthaltende Bodenlösung beim Buntsandsteinsand nur 3.178 kg Wasser aufwies. Allerdings ist die damit gegebene Konzentration der Bodenlösung von rund 1 g auf 150 ccm oder $^2/_3$ % noch keine so überaus hohe, da für blosse Wasserkulturversuche eine Konzentration von $^1/_2$ % noch durchaus als erlaubt gilt.[2]) Auch bei früheren Versuchen in einem noch grobkörnigeren Sand[3]) konnte der eine von uns trotz recht kleiner Gefässe von nur 5 kg Inhalt Ernten von 25 g und mehr Trockenmasse erhalten, obwohl die Konzentration der Bodenlösung, wenn man nur die leicht löslichen Salze rechnet, auf annähernd $^3/_4$ % anstieg und die schon nach 68 Tagen[4]) erfolgte Ernte die volle, erreichbare Gewinnung von Trockenmasse ausschloss. Bei einem anderen Versuch, der allerdings gleichfalls nicht bis zur Reife zur Durchführung gelangt ist, stieg bei Salpeterdüngung der Gehalt der Bodenlösung auf 3 % und höher, ohne dass während der ganzen beobachteten Entwicklungszeit eine Schädigung gegenüber schwächer gedüngten Reihen zu beobachten gewesen wäre.[5]) Es will uns daher bei genauer Betrachtung wahrscheinlicher dünken, als wenn nicht eine zu hohe Salzkonzentration der Bodenlösung, sondern vielmehr das Entstehen einer basischen Reaktion in derselben durch teilweise Umsetzungen der Salze der Alkalien der Grunddüngung mit Karbonaten der alkalischen Erden, und noch mehr vielleicht durch Ammoniakbildung aus dem verabfolgten Tropon verätzend[6]) und dadurch zunächst schädigend auf die Pflanzen der Sandgefässe gewirkt hätte.

---

[1]) Ein Teil derselben wird noch durch gegenseitige Ausfällung schwer löslich geworden sein, dafür ging aber ein Teil des gleichfalls gegebenen Tropons wohl bald in Ammoniak über.

[2]) V. GRAFE, Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen, 1914, S. 58.

[3]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 72 (1910), S. 68/69.

[4]) Zwischen Aussaat und Ernte.

[5]) Bei Ammoniakdüngung trat dieselbe allerdings deutlich ein. Vergl. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 72 (1910), S. 79/80.

[6]) Ebendort S. 56 u. f.

Ist dies der Fall, so kann eine entsprechende Schädigung nach allem, was wir über diese Dinge wissen, bei dem allerdings nur leidlich adsorptionsstarken Göttinger Untergrundlehm der sonst noch zu vergleichenden Reihen nicht eingetreten sein. Die von diesem gegenüber den Reihen mit Kompostzusatz gezeigte, schwächere Entwicklung in der Jugend muss somit auf die verminderte Wasserzufuhr oder auf andere Ursachen zurückgeführt werden, vielleicht auch auf beides.

Indessen auch die Wasserzufuhr möchten wir nicht in erheblichem Umfange als Ursache ansehen. Denn die Gefässe wurden für die Dauer der ersten Entwicklung regelmässig nach Bedarf von oben überbraust, so dass sie gleichmässig genügend mit Wasser versehen waren. Das dann folgende Auswiegen kann bei dem nur geringen Wasserbedarf der kleinen Pflanzen wohl noch kaum durch eine bei der Kompostreihe um ein Liter vermehrte Wassergabe zu einer grösseren Wachstumsförderung die Ursache gegeben haben. Vielmehr darf man mit Recht annehmen, dass derartige Unterschiede in der Wasserversorgung sich wohl in der heisseren Jahreszeit und bei stärkerer Entwicklung der Pflanzen deutlich kennzeichnen werden, dagegen jedenfalls erheblich weniger, solange die Pflanzen klein sind. Nun ist aber hier gerade die Erscheinung zu bemerken, dass die später liegende Entwicklung sogar der auf Buntsandsteinsand mit ihrer Wasserversorgung noch ungünstiger gestellten Gewächse zu recht befriedigenden Ernten geführt hat, die z. B. die Pfeifferschen Höchstwerte mit 159 g Trockenmasse bis auf 2 Gramm, das heisst in Anbetracht der wahrscheinlichen Schwankungen völlig, erreichten. Wir kommen daher zu der Folgerung, dass es auch nicht die bessere Wasserversorgung[1]) war, was die Kompostreihe in ihrer ersten Entwicklung gegenüber den mit dem gleichen Untergrundlehm, aber ohne Kompost angesetzten Reihen derart merkbar begünstigte.

So bleibt uns die wesentlich bessere Gestaltung der physikalischen Bodeneigenschaften durch den Kompost als Ursache übrig, die ja eigentlich eine erhöhte Wasserversorgung bereits in sich einschliesst, hier aber voraussichtlich durch Förderung

[1]) Dass sonst, zumal in der Praxis, aber auch bei Versuchen häufig die Gestaltung der Wasserversorgung entscheidend einwirkt, ist damit natürlich nicht bestritten. O. Lemmermann hat dies z. B. in einem besonderen Fall sicher erkannt, vergl. Journal für Landwirtschaft Bd. 53 (1905), S. 175.

der Wurzelatmung[1]), durch besonders günstige Vereinigung der Darbietung von Wasser und Luft,[2]) durch Verhinderung stärkerer Kohlensäureansammlung und der damit unter Umständen zusammengehenden ungünstigen Umsetzungen mit den Bodensalzen,[3]) — die wohl gerade bei Vegetationsversuchen mit ihren oft sehr erheblichen Salzdüngungen in Betracht kommen können, — eine Rolle spielt. Leider wissen wir noch sehr wenig über die Gründe, welche nun eine vorzügliche physikalische Beschaffenheit des Bodens für unsere Pflanzen so sehr nützlich erscheinen lassen. Dass es nicht die reine Wasserzufuhr allein sein kann, liegt bereits aus dem Grunde nahe, dass wir sonst ungünstige physikalische Bodenverhältnisse durch sorgfältige Wasserversorgung gewissermassen wieder gut machen können müssten, was wohl bei weitem nicht immer der Fall ist. Ein von O. Lemmermann[4]) meines Wissens zum ersten Mal hervorgehobener Umstand, die Einwirkung der physikalischen Eigenschaften eines Bodens auf die Aufnehmbarkeit und die bakteriellen Umsetzungen seiner Pflanzennährstoffe, dessen Bedeutung in vielen Fällen zumal der praktischen Verhältnisse sicher eine ausserordentlich grosse sein dürfte, wird für unsere Frage hier keine Rolle spielen können. Auch der von A. Mitscherlich besonders scharf betonte Einfluss des Energieaufwands der Wurzeln bei ihrer Verbreitung im Boden erscheint uns noch heut wie früher durchaus unbewiesen,

---

[1]) Die Bedeutung derselben in bezug auf die Verhältnisse im Boden wird, unseres Erachtens wohl irrtümlich, von A. Mitscherlich bestritten, siehe Bodenkunde, 2. Auflage (1913), S. 151. Man vergleiche dagegen Fühlings Landw. Zeitung Bd. 59, S. 12, bes. S. 17 u. f., ferner ebenda Bd. 72, S. 267, dann A. Mayer, Agrikulturchemie Bd. 1, 6. Auflage (1905), S. 257; Arker, Inaugural-Dissertation, Erlangen 1900; Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie (1904), S. 40; Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2. Auflage (1887), S. 238; Ehrenberg, Bodenkolloide (1915), S. 500 und 516.

[2]) Wurzeln, die nur in Wasser erzogen werden, zeigen andere Bauart und überhaupt eine andere Gesamterscheinung als die im Boden gewachsenen, sie sind dicker, zerbrechlicher. Offenbar bedingt Erziehung der Wurzeln in Wasser gewisse Veränderungen derselben, die eben den abweichenden Lebensbedingungen Rechnung zu tragen suchen. Die unter gewöhnlichen Verhältnissen erwachsene Wurzel muss somit für eine zeitweilige Überschwemmung mit Wasser nicht besonders dankbar sein, und daher besonders durch eine Bodenstruktur gefördert werden, die einmal dauernd das erforderliche Wasser, dann aber auch gleichzeitig die notwendige Luft zuführt.

[3]) Ehrenberg, Bodenkolloide (1915), S. 285—290.

[4]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 85 (1914), S. 150/51.

soweit es sich um stärkere Einwirkungen auf das Pflanzenwachstum handeln soll.[1]) Dagegen ist es wohl schon mehr als wahrscheinlich, dass mit der Bildung der Bodenkrümel eine nicht ganz unbeträchtliche Adsorption verschiedener Bodensalze Hand in Hand geht oder jedenfalls gehen kann, so dass gleichzeitig mit und durch die Krümelbildung einmal die Bodenlösung eine geringere Konzentration erhält, — was natürlich vielfach den Pflanzen nützlich sein kann — und dann auch in Salzform vorkommende Pflanzennährstoffe gegen die Hinabwaschung in tiefere Schichten gesichert werden. Die Unterlagen für diese Anschauungen scheinen jetzt wenigstens andeutungsweise vorzuliegen.[2])

[1]) Der letzte, von A. Mitscherlich unternommene Versuch eines Beweises seiner Ansicht, Bodenkunde, 2. Auflage (1913), S. 108/09, erscheint ihm selbst wohl nicht mehr als ausreichend. Zwar findet sich an der Stelle, an der die Frage besprochen wird, nur ein kurzer Hinweis darauf, „dass der Vegetationsfaktor Energie mit dem Vegetationsfaktor Wasser Hand in Hand geht" (S. 110), doch bringt der Forscher später (S. 162/63) im gleichen Buche die Feststellung, dass Moor- und Sandboden „ausser durch ihren verschiedenen Wassergehalt weiter keinen Einfluss auszuüben scheinen". Ganz entsprechende Ergebnisse finden sich dann innerhalb der Fehlergrenzen für in Garten- und Sandboden angebaute Wicken, für in Sand- und Moorboden angebauten Spörgel und kleine Gerste, und endlich, vielleicht der wichtigste Wert, für in Gartenboden angebaute Möhren gegenüber in Gartenboden angebauten Wicken. Damit hat Mitscherlich selbst die von ihm so sehr betonte Wirkung der Energieaufwendungen von Pflanzen im Sand gegenüber anderem Boden (Bodenkunde, 1. Auflage [1905], S. 125) und des Energieaufwandes beim Dickenwachstum überhaupt (Fühlings Landw. Zeitung Bd. 58 [1910], S. 395) als nicht beweisbar hingestellt. Dass der erneute Versuch, einen weiteren Beweis für die Bedeutung der Energieaufwendungen der Pflanzen im Boden zu liefern, der nach Misslingen eines anderen (Bodenkunde, 2. Auflage [1913], S. 108) angestellt wurde, auch weitab von zwingender Kraft liegt, erhellt aus seiner engen Verbindung mit der Frage der Wasserversorgung, der mit dieser wahrscheinlich auch zusammenhängenden Konzentrationsschwankungen und möglichen Ernährungsverschiedenheiten. Dazu kommt, dass bei diesem auch an der Hand von aus Gleichungen berechneten Zahlen nachgeprüften Versuch leider die sich anscheinend so gut den Gleichungen fügenden Wertunterschiede nur in einem einzigen Falle über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinausliegen, und das auch nur gerade eben. In allen anderen Fällen liegen die Unterschiede der einzelnen Ertragswerte voneinander nicht irgendwie nennenswert über die doppelte wahrscheinliche Schwankung hinaus, vielfach weit niedriger, sind demnach unseres Erachtens, wie mit ihnen der ganze Versuch, zur Ableitung sicherer Ergebnisse recht wenig geeignet.

[2]) Inaugural-Dissertation G. Given S. 16/18, Göttingen 1915. — Inaugural-Dissertation (im Augenblick noch nicht erschienen, aber zu erwarten) I. P. van Zijl, Göttingen 1916. — Zum Teil wohl auch: A. de Dominicis und G. Gangeni, Stazioni sperimentali agrarie italiane Bd. 48 (1915), S. 525.

Doch seien die Gründe, welche sie wollen, wir konnten jedenfalls feststellen, dass es wohl in erster Linie die bessere Gestaltung der physikalischen Bodeneigenschaften war, die uns bei den oben besprochenen Versuchen mit Kompostbeigabe zuerst eine so erhebliche Wachstumsförderung gebracht hatte. Ich gebe hier die diesbezüglichen Wachstumsbeobachtungen wieder, um die Erscheinung noch deutlicher zu machen:

Gefäss mit Untergrundlehm und Grunddüngung.

		Wachstumsbeobachtung am		
		1. Mai	8. Mai	18. Mai
Nr. 4—6	Mittelplatz	gut bis sehr gut	genügend bis gut, gelbspitzig	sehr gut, gelbspitzig

Gefäss mit Untergrundlehm und Kompost ohne Grunddüngung.

Nr. 19—21	Mittelplatz	vorzüglich	sehr gut, vielleicht noch besser	lichtgelb, sonst kräftig

Der Aufgang hatte in der ersten Aprilwoche stattgefunden.

Dass die Verwendung von Kompost auf die erzielbaren Ernten einen Einfluss ausübt, der ganz ausserordentlich weit reicht, und zu Ernteerträgen führt, die zum Beispiel den Werten WAGNERS gleichkommen, sei noch an einem etwas umfangreicheren Beispiele dargelegt:

Bei Düngung mit 1.6 g Stickstoff in Form von Kalisalpeter wurde an Trockenernte erzielt:

im Mittel dreier Gefässe		
bei Göttinger Untergrundlehm	158.86 g $\pm$ 7.35	mit 1.9529 g $\pm$ 0.0259 Stickstoff,
bei Komposterde	237.63 g $\pm$ 8.57	mit 2.9333 g $\pm$ 0.0328 Stickstoff,

obwohl die benutzten Pflanzen mässigen Mehltaubefall aufwiesen, und daher die Stickstoffzugabe absichtlich zurückgehalten wurde, obwohl die Pflanzen unter ungünstigen Licht-, Luft- und Standverhältnissen, wie sie das Göttinger Vegetationshaus bietet, ständig unter Drahtnetz gehalten wurden, und obwohl die Aussaat des benutzten Sommerweizens mit dem 2. April entschieden erheblich später, als erwünscht, stattfand. Im Höchstfall wurde sogar fast 263 g Trockenmasse fürs Gefäss erzielt! Und ich bin überzeugt, dass man bei weiterem Hinarbeiten auf günstigste Verhältnisse die Ernten auch noch weiter erhöhen könnte, zumal nur 15 kg Komposterde mit 67.41 % Trockenmasse zur

Anwendung kamen.[1]) Auch war nicht etwa volle Wasserkapazität unter Benutzung unten durchlöcherter Gefässe herangezogen worden.[2])

An der Hand dieser Ergebnisse glauben wir in allen den Fällen, in denen man nicht unmittelbar auf einen nährstoffarmen Boden angewiesen ist, zur gelegentlichen, vergleichsweisen Heranziehung von Kompost für Ausführung von Vegetationsversuchen raten zu sollen. Wer in der glücklichen Lage ist, Raum zur Aufbewahrung und zum Abtrocknen der zu benutzenden Erde in leidlicher Ausdehnung zur Verfügung zu haben, kann etwa auch einen beliebigen, nährstoffarmen Boden mit ihm erwünschten Zusätzen zu einem Kompost verarbeiten lassen, der sich dann besonders für etwaige Versuche eignet. Diese Platzfrage ist es leider auch, die uns bisher an weiterer Ausdehnung dieser Versuche, und überhaupt an umfangreicherer Verwendung von Kompost zu Vegetationsversuchen hindert.

2. Anwendung von Schutzkästen.

Dass direkte Sonnenbestrahlung der Zinkgefässe zwar zumeist nicht als gefährlich, indessen auch nicht gerade vorteilhaft gilt, ist dem Ansteller von Vegetationsversuchen bekannt. Zweifellos dürfte ferner sein, dass zu Zeiten, in denen kühle Nächte mit heissen Tagen abwechseln, die Vegetationsgefässe aus Metall eine ganz erheblich stärkere Erhitzung und Abkühlung der Wurzeln der Pflanzen bedingen, als sie bei in der Erde des Feldes wachsenden Pflanzen in Betracht kommen könnte. Aus diesen Gründen hat man denn auch schon seit längerer Zeit hier und da Einrichtungen getroffen, um derartige Einflüsse abzuschwächen. Der eine von uns fand zum Beispiel in seiner Assistententätigkeit an der landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin dort Bassinwagen für Vegetationsversuche vor, die wohl dazu dienen sollten, durch Umgeben der Vegetationsgefässe mit

[1]) Vergl. auch oben S. 72 u. f. Der benutzte Kompost war übrigens auch nicht etwa mit besonderer Sorgfalt gewonnen, sondern derart, wie er im Betriebe eines grösseren Gartens oder Versuchsfeldes abfällt, und dann einfach durchgesiebt.

[2]) Auch hierdurch ist ja, vergl. Landw. Jahrbücher Bd. 42 (1912), S. 704/706 und 710, bei acht Versuchen A. Mitscherlichs ein Mehrertrag bedingt gewesen, der indessen freilich nur in sechs von vierzehn Fällen, wobei Korn- und Stroherträge gesondert gerechnet sind, über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinausgehen konnte.

einer erheblichen Wassermenge Schutz vor starken Ausschlägen in der Wärmehaltung nach beiden Seiten, in die Höhe, wie hinab, zu schaffen. In Breslau wurden kleine Zinkgefässe mit Filzmänteln umgeben, und es wäre wohl nicht schwer, ähnliche Massregeln aufzuzählen.

Wir liessen nun Holzkästen herstellen, die oben mit einem Deckel versehen, nur durch einen kreisrunden Ausschnitt die obere Erdfläche des Gefässes frei liessen, innen mit Werg und Sackleinewand ausgepolstert waren, und für das Wiegen der Gefässe auseinandergenommen werden konnten. Natürlich erschwerte ihre Anwendung das Auswiegen erheblich; es war auch grössere Sorgfalt erforderlich, damit nicht herabhängende Blätter in die Schutzkästen eingeklemmt wurden, aber wirklich massgebende Gründe gegen die Anwendung solcher Schutzkästen liessen sich bei ihrer zweijährigen Benutzung nicht erkennen.

Nr.	Erdboden	Stellung des Gefässes	Grunddüngung	Sonderdüngung	Ernte an Korn: luft-trocken g	Trocken-masse %	Trocken-ernte g	Stick-stoff %	Stickstoff-ernte g
145	Kompost	Eckplatz	gegeben	keine	95.3	85.8	81.77	2.3925	1.9564
146	„	Mittelplatz			80.3	85.95	69.02	2.553	1.7621
147	„	„			75.7	85.85	64.99	2.674	1.7378
		Durchschnitt:			83.8		71.93		1.8188
							± 3.41		± 0.0466
148	Kompost	Mittelplatz und Kasten ums Gefäss	gegeben	keine	94.4	86.35	81.51	2.453	1.9994
149	„				89.1	85.7	76.36	2.4375	1.8613
150	„				84.9	89.4	75.88	2.5135	1.9072
		Durchschnitt:			89.5		77.92		1.9226
							± 1.22		± 0.0274
154	Untergrundlehm	Eckplatz	gegeben	keine	76.2	89.3	68.05	2.0605	1.4022
155		Mittelplatz			57.6	86.9	50.05	2.401	1.2019
156		„			62.4	89.4	55.79	2.2455	1.2528
		Durchschnitt:			65.4		57.96		1.2856
							± 3.58		± 0.0405
157	Untergrundlehm	Mittelplatz und Kasten ums Gefäss	gegeben	keine	69.9	86.75	60.64	2.0825	1.3828
158					67.5	87.4	59.00	2.078	1.2260
159					67.8	91.4	61.97	2.129	1.3193
		Durchschnitt:			68.4		60.54		1.3094
							± 0.58		± 0.0307

Der erste Versuch, der ihre Wirkung auf die Ernte erkennen lassen sollte, ist in untenstehender Tabelle mitgeteilt.

Leider sind aus mit der Stellung der Gefässe zusammenhängenden Gründen, — es wird hierüber später noch zu sprechen sein,[1]) — die wahrscheinlichen Schwankungen der Reihen ohne Schutzkästen recht erheblich gross. Wir erhalten als Mehrertrag durch Schutzkästen:

(Siehe die obere Zusammenstellung auf S. 144.)

Es verlohnt sich nicht, die wahrscheinliche Schwankung für den Mehrertrag, den die Schutzkästen veranlasst haben, zu berechnen, denn er ist, wie man ohne weiteres sieht, zumeist nicht über die doppelte wahrscheinliche Schwankung hinaus

[1]) Vergl. auch oben S. 73 u. f.

Strohernte:					Gesamternte:		
luft-trocken	Trocken-masse	Trocken-ernte	Stick-stoff	Stickstoff-ernte	luft-trocken	Trocken-ernte	Stickstoff-ernte
g	%	g	%	g	g	g	g
195.0	92.9	181.16	0.592	1.0725	290.3	262.93	3.0289
173.0	91.4	158.13	0.7005	1.1078	253.3	227.15	2.8699
171.0	92.3	157.83	0.737	1.1632	246.7	222.82	2.9010
179.7		165.71		1.1145	263.4	237.63	2.9333
		± 5.21		± 0.0178		± 8.57	± 0.0328
194.5	92.6	180.17	0.673	1.1480	288.9	261.68	3.1474
192.0	92.8	178.18	0.701	1.2490	281.1	254.54	3.1103
188.0	92.95	174.75	0.711	1.2425	272.9	250.63	3.1497
191.5		177.70		1.2132	281.0	255.62	3.1358
		± 1.07		± 0.0220		± 2.18	± 0.0073
122.5	91.3	111.84	0.5605	0.6269	189.7	179.89	2.0291
101.0	92.4	93.32	0.772	0.7204	158.6	143.37	1.9223
108.0	90.3	97.52	0.671	0.6544	170.4	153.31	1.9072
110.5		100.89		0.6672	175.9	158.86	1.9529
		± 3.78		± 0.0187		± 7.35	± 0.0259
122.0	91.65	111.81	0.531	0.5937	191.9	172.45	1.9765
118.0	90.5	106.79	0.6485	0.6925	185.5	165.79	1.9185
120.0	93.3	111.96	0.545	0.6102	187.8	173.93	1.9295
120.0		110.19		0.6321	188.4	170.72	1.9415
		± 1.15		± 0.0200		± 1.69	± 0.0149

	Korn		Stroh		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
mit Kompost mit Schutzkästen	77.92	1.9226	177.70	1.2132	255.62	3.1358
desgl. ohne Schutzkästen	71.93	1.8188	165.71	1.1145	237.63	2.9333
mehr durch Schutzkästen	5.99	0.1038	11.99	0.0987	17.99	0.1925
mit Untergrundlehm und Schutzkästen . . .	60.54	1.3094	110.19	0.6321	170.72	1.9415
desgl. ohne Schutzkästen	57.96	1.2856	100.89	0.6672	158.86	1.9529
mehr durch Schutzkästen	2.58	0.0238	9.30	−0.0351	11.86	−0.0114

gelegen, daher von nur recht beschränkter Sicherheit. Dagegen sind die Werte, wenn man die zweifelsohne durch ihre Stellung am Eckplatz bei Mehltaubefall erheblich vor den auf den Mittelplätzen stehenden Gefässen begünstigten Pflanzen ausschaltet, doch ganz wesentlich sicherer. Man erhält dann:

	Korn		Stroh		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
mit Kompost mit Schutzkästen	77.92	1.9226	177.70	1.2132	255.62	3.1358
	± 1.22	± 0.0274	± 1.07	± 0.0220	± 2.10	± 0.0073
desgl. ohne Schutzkästen	67.01	1.7500	157.98	1.1355	224.99	2.8855
	± 1.36	± 0.0082	± 0.10	± 0.0187	± 1.46	± 0.0105
mehr durch Schutzkästen	10.91	0.1726	19.72	0.0777	30.63	0.2503
	± 1.83	± 0.0286	± 1.08	± 0.0289	± 2.62	± 0.0128
mit Untergrundlehm mit Schutzkästen . . .	60.54	1.3094	110.19	0.6321	170.72	1.9415
	± 0.58	± 0.0307	± 1.15	± 0.0200	± 1.69	± 0.0149
desgl. ohne Schutzkästen	52.92	1.2274	95.42	0.6874	148.34	1.9148
	± 1.93	± 0.0172	± 1.42	± 0.0222	± 3.15	± 0.0051
mehr durch Schutzkästen	7.62	0.0820	14.77	−0.0553	22.38	0.0267
	± 2.02	± 0.0352	± 1.83	± 0.0299	± 3.58	± 0.0158

Hiernach wären ganz deutliche und recht erhebliche Mehrernten durch die Schutzkästen verursacht worden. Das dürfte denn auch wirklich in diesem Jahre den vorhandenen Tatsachen entsprochen haben. Auch war deutlich bemerkbar, dass die mit Schutzkästen versehenen Gefässe erheblich höhere Wassermengen verbrauchten, wenn auch eine Feststellung derselben nicht stattgefunden hat. Als Ursachen der Wachstumssteigerung glauben

wir also nicht ohne Berechtigung annehmen zu dürfen, dass vielleicht stärkere Abkühlung in der Nacht, und in Verbindung damit eine Beeinträchtigung der Wurzeltätigkeit durch die Schutzkästen verhindert wurde, und somit die Wasserzufuhr und die Verdunstung stärker blieb. Das hatte natürlich eine Wachstumssteigerung zur Folge. Es scheint uns noch zu beachten zu sein, dass durch die Schutzkästen unsere Durchschnittshöchsternte bei Kompostverwendung sogar auf fast 256 Gramm stieg, ungefähr noch um 10 fürs Hundert mehr als der von Wagner erzielte Wert, den Pfeiffer bereits als fast unerreichbar hinstellt!

In einem anderen Jahr war es unser Bestreben, weitere Grundlagen für die Wirkungen der Schutzkästen zu gewinnen.

	Korn		Stroh		Gesamternte	
	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff
	g	g	g	g	g	g
Untergrundlehm mit Grunddüngung und Manganbeigabe . .	63.19 ± 1.11	1.4895 ± 0.0167	86.93 ± 1.52	0.4909 ± 0.0167	150.11 ± 2.09	1.9805 ± 0.0127
Untergrundlehm mit Grunddüngung und Manganbeigabe mit Schutzkästen . .	65.32 ± 0.30	1.4580 ± 0.0136	85.22 ± 1.08	0.4749 ± 0.0073	150.54 ± 1.28	1.9329 ± 0.0117
mehr durch Schutzkästen	2.13 ± 1.50	— 0.0315 ± 0.0215	— 1.71 ± 1.87	— 0.0160 ± 0.0182	0.43 ± 2.45	— 0.0476 ± 0.0173
Untergrundlehm mit Grunddüngung ohne Manganbeigabe . .	65.20 ± 0.73	1.5419 ± 0.0088	88.73 ± 0.17	0.5026 ± 0.0132	153.93 ± 0.56	2.0444 ± 0.0044
Untergrundlehm mit Grunddüngung ohne Manganbeigabe mit Schutzkästen . .	63.37 ± 0.46	1.4566 ± 0 0183	84.10 ± 1.38	0.4483 ± 0.0097	147.47 ± 1.46	1.9049 ± 0.0153
mehr durch Schutzkästen	— 1.83 ± 0.86	— 0.0853 ± 0.0203	— 4.63 ± 1.39	— 0.0543 ± 0.0164	— 6.46 ± 1.56	— 0.1395 ± 0.0159

Leider fanden wir das Ergebnis dem Erwarteten gerade entgegengesetzt. Die eine von beiden Vergleichsgruppen bringt überhaupt keine über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinausliegenden Werte, ausserdem zum Teil ein Mehr, zum Teil ein Minder durch die Schutzkästen, während im zweiten Fall die Schutzkästen stets einen Minderertrag ergeben haben, der in drei Fällen, zweimal beim Stickstoff, einmal bei der Trockenernte

über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinaus liegt. Offenbar wird unter Umständen auch die Wirkung der Schutzkästen durch die jeweilige Witterung bedeutungslos bleiben können, ja, wohl auch sogar einmal schädlich sein, wenn dadurch vielleicht die Pflanzen an eine stärkere Wasserdurchströmung in ihrer Jugend gewöhnt werden, ohne dass die Witterung ihnen später Gelegenheit gibt, der so erworbenen Anpassung zu ihrem Nutzen nachkommen zu können. Weitere Untersuchungen sind auf diesem Gebiet jedenfalls dringend erwünscht; ob wir sie in Kürze durchführen können, muss freilich bei der Belastung unseres Instituts mit einer Reihe von Jahren dauernden Sonderuntersuchungen und dem nur zu geringen, verfügbaren Platz durchaus als zweifelhaft erscheinen. Doch wird auch das hier vorgeführte Ergebnis ausreichen, um die Augen der Fachgenossen auch gelegentlich auf die Bedeutung solcher Schutzkästen hinzulenken.

3. Die Stellung der Gefässe auf den Wagen.

Als dritter Umstand, den wir nach Massgabe der uns verfügbaren Gelegenheit kurz zu prüfen suchten, blieb die Stellung der Gefässe auf dem Wagen übrig. Dass dieselbe eine nicht unerhebliche Rolle für die Entwicklung der Pflanzen zu spielen vermag, ist bekannt, und man hat in vielen Vegetationshäusern durch Anlage von Drehscheiben oder durch regelmässiges Umsetzen der Gefässe oder in ähnlicher Weise Anstalten getroffen, um diese ungünstige und häufig die gute Übereinstimmung von Parallelernten weitgehend störende Einwirkung zu beseitigen oder vielmehr auszugleichen und so auszuschalten.

Allerdings ist unseres Wissens häufiger die Stellung der beiden Seitenreihen auf einem Wagen zu einander berücksichtigt worden, weniger die je an dem einen oder anderen Ende befindlichen Eckplätze. Dass diese unter Umständen den Pflanzen eine weitgehend bessere Stellung bieten, als die zumeist in Betracht kommenden, von beiden Seiten durch andere Gefässe eingerahmten Mittelplätze, schien uns durch Versuchsergebnisse bewiesen zu sein, die in folgendem dargelegt werden:

(Siehe die tabellarische Zusammenstellung auf S. 147.)

In jedem Falle zeigte sich demnach bei dem Versuch das Gefäss vom Eckplatz den beiden auf Mittelplätzen stehenden, sonst völlig gleichbehandelten Gefässen überlegen, obwohl regel-

mässig die Wagen auf der Drehscheibe gedreht wurden, so dass die Belichtung wechselte, und obwohl gerade dieser Versuch, des beginnenden Mehltaubefalles wegen weiter und weiter gestellt wurde.[1]) Offenbar hat die Stellung an den Enden der Wagen gerade bei dem beginnenden Mehltaubefall so viele Vorteile für die Pflanzen mit sich gebracht, dass eine erheblich bessere Assimilation stattfinden konnte, und demgemäss ein stärkerer Körneransatz. Dies ist in erster Linie der Vorteil der Stellung gewesen, und das erhellt deutlich daraus, dass bei den Eckgefässen regelmässig das Stroh einen Mindergehalt an Stickstoff aufweist. Die sich bei den Eckgefässen verstärkt ausbildenden Körner haben für sich derartig starke Ansprüche an den Stickstoffgehalt der ganzen Pflanze gemacht, dass das Stroh gewissermassen ausgeraubt wurde, und zwar trotz der an den Eckplätzen regelmässig nicht ganz unbedeutend vermehrten Gesamtstickstoffernte.

Kompostreihe mit Mangan.

	Kornernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff	Trockenmasse	Stickstoff
	g	g	g	g	g	g
Eckplatz	80.84	2.0660	183.71	1.1427	264.55	3.2087
Durchschnitt d. Mittelplätze	68.53	1.7916	165.82	1.2769	234.35	3.0685
Eckplatz mehr:	12.31	0.2744	17.89	— 0.1342	30.20	0.1402

Kompostreihe ohne Mangan.

Eckplatz	81.77	1.9564	181.16	1.0725	262.63	3.0289
Durchschnitt d. Mittelplätze	67.01	1.7500	157.98	1.1355	224.99	2.8855
Eckplatz mehr:	14.76	0.2064	23.18	— 0.0630	37.94	0.1434

Untergrundlehmreihe mit Mangan.

Eckplatz	65.59	1.4620	111.04	0.6707	176.63	2.1327
Durchschnitt d. Mittelplätze	54.16	1.2347	102.16	0.7022	156.32	1.9369
Eckplatz mehr:	11.43	0.2273	8.88	— 0.0315	20.31	0.1958

Untergrundlehmreihe ohne Mangan.

Eckplatz	68.05	1.4022	111.84	0.6269	179.89	2.0291
Durchschnitt d. Mittelplätze	52.92	1.2274	95.42	0.6874	148.34	1.9148
Eckplatz mehr:	16.13	0.1748	16.42	— 0.0605	31.55	0.1143

Obwohl wir nicht erwarten konnten, jedesmal derartig weitgehende Wirkungen des Standes auf den Eckplätzen wahr-

[1]) Vergl. oben Seite 73.

zunehmen, wie sie hier durch das Eintreten eines schwächeren Mehltaubefalles und vielleicht noch Witterungsumstände bedingt, so besonders deutlich hervorgetreten waren, wollten wir uns doch um weiteres Versuchsmaterial zu dieser Frage bemühen. Wir erhielten so:

Untergrundlehm mit Mangan.

	Kornernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
Mittel von 4 Eckplätzen	66.57	1.5621	90.25	0.4504	156.82	2.0125
	± 0.95	± 0.0161	± 1.05	± 0.0188	± 0.88	± 0.0099
Mittel von 4 Mittelplätz.	63.19	1.4895	86.93	0.4909	150.11	1.9805
	± 1.11	± 0.0167	± 1.52	± 0.0167	± 2.09	± 0.0127
Mehr von den Eckplätzen	3.38	0.0726	3.32	— 0.0405	6.71	0.0320
	± 1.46	± 0.0232	± 1.85	± 0.0252	± 2.27	± 0.0161

Untergrundlehm ohne Mangan.

Mittel von 4 Eckplätzen	68.60	1.5584	89.13	0.4919	157.73	2.0503
	± 1.26	± 0.0143	± 0.91	± 0.0041	± 1.83	± 0.0132
Mittel v. 3 Mittelplätz.[1])	65.20	1.5419	88.72	0.5026	153.93	2.0444
	± 0.73	± 0.0088	± 0.17	± 0.0132	± 0.56	± 0.0044
Mehr von den Eckplätzen	3.40	0.0165	0.41	— 0.0107	3.80	0.0059
	± 1.46	± 0.0167	± 0.93	± 0.0138	± 1.91	± 0.0139

Ohne naturgemäss so ausserordentlich scharf in die Erscheinung zu treten, sind die Ergebnisse die gleichen, wie im Vorjahr, sogar die Stickstoffminderernte beim Stroh der Eckgefässe findet sich deutlich vor. Freilich liegen die Mehrernten der Eckgefässe, und auch die soeben erwähnte Minderernte für den Stickstoff des Strohes nicht so zu der Höhe der vierfachen wahrscheinlichen Schwankung, wie das zu ihrer vollen Sicherung erforderlich gewesen wäre. Immerhin steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die Stellung auf einem Eckplatz häufiger die Ernte, sei es stark, sei es in geringerem Umfange, zu beeinflussen vermag.

Auch in einem dritten Jahre versuchten wir, die vorliegende Frage ihrer Klärung näher zu bringen. Dabei erwies sich später der Umstand als störend, dass infolge einiger wenig gedüngter Vergleichsgefässe, die auch zu dem Versuche gehörten, auch andere, als die Eckgefässe eine verhältnismässig günstige Stellung erhielten, weil sie von einem ungedüngten Gefäss mit seiner

[1]) Ohne Ausschaltung des einen Gefässes würde der Minderertrag der auf Mittelplätzen befindlichen Reihe noch erheblich grösser sein.

natürlich erheblich geringeren Ernte seitlich begrenzt waren. Das liess sich dann nachträglich nicht mehr ändern, muss indessen zu einer Verdunkelung der Versuchsergebnisse beigetragen haben. Wie schon im ersten, und dann auch im zweiten Jahr wurde bei diesem Versuch ebenfalls durch häufiges Drehen der Wagen dafür gesorgt, dass die Belichtung eine möglichst gleichmässig verteilte war. Wir geben zunächst die Ernteergebnisse:

Untergrundlehm ohne Ferromangan.

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
Mittel v. 3 Eckplätzen[1])	65.78	1.6311	89.01	1.2769	154.79	2.9080
	± 0.21	± 0.0367	± 1.50	± 0.0103	± 1.61	± 0.0066
Mittel v. 3 Mittelplätzen	71.83	1.7976	87.33	1.2035	159.16	3.0010
	± 0.35	± 0.0166	± 0.62	± 0.0101	± 0.96	± 0.0241
Mehr von den Eckplätzen	— 6.05	— 0.1665	1.68	0.0434	— 4.37	— 0.0930
	± 0.41	± 0.0403	± 1.62	± 0.0144	± 1.88	± 0.0250

Untergrundlehm mit 20 g Ferromangan.

Mittel von 3 Eckplätzen	73.44	1.8876	90.22	1.1554	163.66	3.0430
	± 2.55	± 0.0639	± 2.84	± 0.0235	± 5.08	± 0.0787
Mittel v. 3 Mittelplätzen	69.12	1.7629	90.16	1.2119	159.28	2.9748
	± 1.87	± 0.0231	± 1.66	± 0.0325	± 2.17	± 0.0131
Mehr von den Eckplätzen	4.32	0.1247	0.06	— 0.0565	4.38	0.0682
	± 3.16	± 0.0680	± 3.29	± 0.0401	± 5.52	± 0.0798

Untergrundlehm mit 40 g Ferromangan.

Mittel von 3 Eckplätzen	70.83	1.8435	88.25	1.1413	159.08	2.9847
	± 1.68	± 0.0122	± 1.50	± 0.0446	± 1.98	± 0.0368
Mittel v. 3 Mittelplätzen	72.08	1.8368	86.52	1.1509	158.59	2.9877
	± 1.31	± 0.0573	± 3.61	± 0.0308	± 4.67	± 0.0182
Mehr von den Eckplätzen	— 1.25	0.0067	1.73	— 0.0096	0.49	— 0.0030
	± 2.13	± 0.586	± 3.91	± 0.0542	± 5.07	± 0.0411

Leider sind, zum Teil wohl wegen der erwähnten Umstände, die Ergebnisse nicht denen der beiden Vorjahre an die Seite zu stellen. Nur die Gruppe: Untergrundlehm mit 20 g Ferromangan hat völlig entsprechende Werte, allerdings auch die grössten wahrscheinlichen Schwankungen, so dass die Ergebnisse

[1]) Die Einzelwerte vergleiche man oben S. 106 u. f. Ebendort und vorher Näheres über die Grösse der beobachteten Schwankungen im Ertrage und ihre Ursachen.

auch hier nicht als gesichert anzusehen sind. Dagegen bietet die letzte Gruppe vielleicht ein nicht gerade widersprechendes Bild, kann indessen auch in keiner Weise als für die bisher hervorgehobene Ansicht brauchbar angesehen werden. Die Gruppe ohne Ferromangan endlich aber zeigt, zum Teil sogar über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinausliegend eine nachteilige Wirkung der Eckplätze.

Untergrundlehm ohne Mangan.

	Körnerernte		Strohernte		Gesamternte	
	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff	Trocken-masse	Stick-stoff
	g	g	g	g	g	g
Mittel von 3 Eckplätzen	65.78	1.6311	89.01	1.2769	154.79	2.9080
	± 0.21	± 0.0367	± 1.50	± 0.0103	± 1.61	± 0.0066
Mittel v. 3 Mittelplätzen	71.83	1.7976	87.33	1.2035	159.16	3.0010
	± 0.35	± 0.0166	± 0.62	± 0.0101	± 0.96	± 0.0241
Mehr auf den Eckplätzen	— 6.05	— 0.1665	1.68	0.0734	— 4.37	— 0.0930
	± 0.41	± 0.0403	± 1.62	± 0.0144	± 1.88	± 0.0250

Untergrundlehm mit 20 g Ferromangan.

Mittel v. 2 Eckplätzen[1])	77.15	1.9723	94.38	1.1787	171.53	3.1510
	± 0.91	± 0.0481	± 0.80	± 0.0036	± 0.12	± 0.0516
Mittel v. 3 Mittelplätzen	69.12	1.7629	90.16	1.2119	159.28	2.9748
	± 1.87	± 0.0231	± 1.66	± 0.0325	± 2.17	± 0.0131
Mehr auf den Eckplätzen	8.03	0.2094	4.22	— 0.0332	12.25	0.1762
	± 2.08	± 0.0534	± 1.84	± 0.0327	± 2.17	± 0.0532

Untergrundlehm mit 40 g Ferromangan.

Mittel von 3 Eckplätzen	70.83	1.8435	88.25	1.1513	159.08	2.9847
	± 1.68	± 0.0122	± 1.50	± 0.0446	± 1.98	± 0.0368
Mittel v. 2 Mittelplätz.[1])	70.53	1.7693	81.18	1.1117	151.71	2.8810
	± 1.33	± 0.0585	± 0.51	± 0.0274	± 0.84	± 0.0330
Mehr auf den Eckplätzen	0.30	0.0842	7.07	0.0396	7.37	0.1037
	± 2.14	± 0.0598	± 1.58	± 0.0523	± 2.15	± 0.0494

Man könnte nun freilich durch Ausschaltung von zwei, etwas stärker abweichenden Werten die Ergebnisse der bisherigen Ansicht günstiger gestalten. Es ist dies auf der vorstehenden Zusammenstellung geschehen. Indessen, ob eine solche Ausschaltung berechtigt ist, scheint doch ohne weiteres nicht sicher zu sein. Ich habe darauf bei der Behandlung der Manganwirkung verzichtet, nicht nur, weil man die Ausschaltung nur auf die Ergebnisse

[1]) Unter Ausschaltung je eines Gefässes; vergl. oben die Einzelwerte.

der zwei übrigen Gefässe und die daraus zu berechnende, wahrscheinliche Schwankung begründen müsste, und weil diese Berechnung schon an sich recht unsicher ist, sondern weil die so herausgerechneten Werte gegenüber ihren Vergleichswerten ohne Mangan Erfolge bezw. Misserfolge ergeben würden, für die bei dem Vergleich der zugehörigen, nur anders gestellten Gefässe keine entsprechende Zahlen zu finden wären. Für die Manganversuche würden übrigens beide Ausschaltungen gerade entgegengesetzt wirken, da es sich das eine Mal um eine Erhöhung des Erntewertes durch die Ausschaltung handelt, das andere Mal um eine Erniedrigung. Daher würde eine Änderung unserer Ergebnisse über die Manganwirkung auch bei Benutzung der beiden Ausschaltungen nicht in Frage kommen.

Für die hier zur Verhandlung stehende Frage würde man bei der ohnehin ähnlich wie die vorigen Versuche eine Wirkung der Eckplätze zeigenden Gruppe die Sicherheit des Ergebnisses vermehren, ohne indessen im wesentlichen über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinaus zu kommen. Eine zweite Gruppe würde gleichfalls eine Wirkung der Eckplätze aufweisen, indessen in ähnlicher Weise kaum über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinaus, und noch dazu in einer von der bisher beobachteten Art und Weise stark abweichenden Form. Die dritte Gruppe würde aber wie zuvor eine über die vierfache wahrscheinliche Schwankung hinausliegende Schädigung durch die Eckplätze an verschiedenen Stellen bringen. Es wird wesentliches Beweismaterial demnach auch durch die beiden Ausschaltungen nicht gewonnen. Unseres Erachtens sollte aber auch bereits das bislang vorliegende völlig ausreichen, um darzutun, dass die Stellung auf Eckplätzen bei Vegetationsversuchen nicht selten trotz Umdrehens der Wagen, — Umstellen wird gleichfalls kein Gegenmittel sicherer Art sein, falls es nicht durchgehend mit grosser Sorgfalt nach einem festen Plane geschieht, und selbst dann Einwendungen bestehen lassen, — zu Verschiedenheiten in der Ernte führen kann. Wir glauben, als bestes Hilfsmittel eine sehr einfache Massnahme empfehlen zu können. Man benutzt sämtliche vorhandenen Eckplätze, soweit es sich um Versuche mit Getreide, Hülsenfrüchten oder anderen hochstehenden Pflanzen handelt, für irgend einen Versuch für sich, der dann eben nur mit auf Eckplätzen stehenden Gefässen durchgeführt wird, während alle anderen Versuche nur auf Mittelplätzen zur Ansetzung kommen. Rüben, und andere,

nur niedrige oberirdische Sprosse und Blätter bildende Pflanzen werden wohl einer besonderen Beachtung der Stellung auf Eckplätzen entbehren können. Bei derartigem Vorgehen schien es uns bislang, als wenn die Wirkungen der Eckplätze mit Erfolg ausgeschaltet seien.

Damit glauben wir, diese kleinen Beobachtungen zur Ausführung von Vegetationsversuchen ausreichend besprochen zu haben. Wir wiederholen noch einmal, dass wir:

1. im Kompost ein wertvolles Hilfsmittel erkennen zu müssen glauben, um die Ernten der Vegetationsversuche wesentlich steigern zu können. Dabei ist es gewiss, falls Platz ausreichend zur Verfügung steht, durchaus möglich, den Kompost derart herzustellen, dass er an einzelnen Pflanzennährstoffen möglichst arm ist. Dazu gehört natürlich eine dem Vegetationsversuch vorhergehende Arbeit von nahezu zwei Jahren;
2. auch in den Schutzkästen, bei Verwendung von Vegetationsgefässen aus Zink, ein Mittel haben, um gelegentlich die Ernten nicht unerheblich zu steigern. Allerdings wird die Witterung offenbar für auf diesem Wege zu erreichende Erfolge und Misserfolge massgebend sein. Weitere Untersuchungen erscheinen recht erwünscht;
3. annehmen dürfen, dass zumeist die auf Eckplätzen der Wagen stehenden Vegetationsgefässe bereits hierdurch auch bei Umstellen der einzelnen Gefässe bezw. Umdrehen der Wagen gegenüber den in der Reihe stehenden Töpfen begünstigt sind. Dabei kommt offenbar nicht selten eine Steigerung der Kornernte an Trockenmasse und Stickstoff, und eine Vermehrung der Strohernte an Trockenmasse, aber verbunden mit einem Sinken des Stickstoffgehalts, zur Geltung.

Will man die Ernten besonders zu steigern suchen, so verwende man neben Kompost bester Art, der gut durchgereift ist, noch Schutzkästen für die Gefässe, und stelle dieselben auf Eckplätze. Ausserdem wird es sich empfehlen, nach dem Vorgang von Pfeiffer und seinen Mitarbeitern die Gefässe frei in Licht und Luft, ohne Drahtgitter, aufzustellen, so lange das irgend durchführbar ist.

Göttingen, Agrikulturchemisches Institut der Universität.
21. März 1916.

Die Fürstlich Jablonowskische Gesellschaft in Leipzig hat die folgende Preisaufgabe gestellt.

Die Landwirtschaft hat sich in den östlichen Gebieten des Deutschen Reiches während der letzten Jahrzehnte besonders stark entwickelt.

Die Gesellschaft wünscht nun ein möglichst klares Bild dieser Entwicklung für die Provinzen Posen und Westpreussen oder mindestens für ein landwirtschaftlich abgeschlossenes Gebiet dieser Provinzen zu haben. In der Bewerbungsschrift ist daher diese Entwicklung an der Hand möglichst sicherer Nachweise, und zwar sowohl nach der erzeugenden Seite, für die Erträge der wichtigsten Feldfrüchte und der Hauptnutzungsarten der Tierhaltung, als auch in wirtschaftlicher Hinsicht, unter Erörterung der Ursachen und unter Heranziehung von Beispielen, eingehend darzulegen. Besonders in Betracht zu ziehen ist dabei die Veränderung der Kauf- und Pachtpreise des landwirtschaftlich benutzten Bodens seit Beginn des 20. Jahrhunderts und ferner die Einwirkung der neuerdings ergriffenen Entschuldungsmassnahmen.

Die Preisaufgabe lautet daher:

> Die Entwicklung der Landwirtschaft in den Provinzen Posen und Westpreussen oder eines landwirtschaftlich abgeschlossenen Gebietes dieser Provinzen etwa seit dem Jahre 1880.

Einlieferung bis zum 31. Oktober 1918; Preis 1500 Mark.

Die näheren Bedingungen für die Bewerbung sind aus dem von der Gesellschaft herausgegebenen Jahresberichte vom Februar 1916 zu ersehen. Diesen Bericht versendet auf Wunsch der Sekretär der Gesellschaft, bis zum 1. Mai 1916 Geh. Hofrat Prof. Dr. Kirchner in Leipzig, Johannisallee 23, dann Geheimer Rat Prof. Dr. Lipsius in Leipzig, Weststrasse 89.

Literaturbesprechungen.

Die Industrie der Ammoniak- und Cyan-Verbindungen. Von Dr. F. Muhlert. Mit 54 Figuren im Text. Leipzig, Verlag von Otto Spamer, 1915. 278 S. Preis geb. 13 M. 50 Pf.

Dies Buch ist als Teil des Sammelwerks „Chemische Technologie in Einzeldarstellungen. Herausgeber Prof. Dr. Ferd. Fischer, Göttingen-Homburg. Spezielle chemische Technologie" erschienen. Es ist allen, welche mit den im Titel genannten Gegenständen zu tun haben, aufs wärmste zu empfehlen, und es ist gerade in der jetzigen Zeit, in welcher die Zufuhr des Chilisalpeters durch den Krieg verhindert ist, und die Chemiker mit Erfolg den Stickstoff der Atmosphäre zur Herstellung von Salpeter, Ammoniak, Kalkstickstoff heranziehen, von grösstem Wert.

Mit feinem Verständnis der chemischen Vorgänge schildert der Verf. die Eigenschaften des Stickstoffs, Ammoniaks, Cyans usw., sowie die technische Gewinnung dieser Stoffe, und zwar sowohl die früher und z. T. noch jetzt gebräuchlichen Verfahren, als auch die neueren synthetischen Verfahren und deren jetzt schon erlangten schönen Resultate.

Nach einer Einleitung folgt auf die Methoden zur Gewinnung von Stickstoff und von Wasserstoff in Gasform die Erzeugung von Ammoniak, und zwar nach alter Art durch Zersetzung von tierischen und pflanzlichen Stoffen, Destillation von Stein- und Braunkohlen, sowie Torf und anderen Substanzen, wie Cyanverbindungen, weiter aber die jetzt zu so hoher Wichtigkeit gelangte synthetische Bildung aus Stickstoff und Wasserstoff nach dem Haberschen Verfahren.

Auf das Ammoniak folgt das Cyan; die alte Blutlaugensalz-Bereitung und die neuere Darstellung sonstiger Cyanverbindungen werden geschildert, und hier u. a. der vielgenannte Kalkstickstoff. Die Darstellung des Calciumkarbids, welches zur Azetylen-Beleuchtung dient, und seine Umwandlung in Kalkstickstoff ($CaC_2 + 2N = CN.NCa + C$), welche durch Erhitzung in reinem Stickstoffgas geschieht, werden vorgeführt. Die Eigenschaften des Kalkstickstoffs als Düngemittel, seine Vorteile und Nachteile werden besprochen.

Weitere Kapitel sind: Verarbeitung und Raffination der Cyanverbindungen, Analyse, Verwendung der verschiedenen Stoffe, und hier u. a. (S. 248) ein interessantes Kapitel über den Verbrauch der Stickstoffdüngemittel: Ammoniak der Steinkohle, synthetisches Ammoniak, Kalkstickstoff nebst Hinweisen auf den Chilisalpeter.

Vortrefflich ist dies alles geschildert; man sieht, dass ein seinen Gegenstand gründlich kennender Fachmann das Buch geschrieben und in ihm seine Erfahrungen niedergelegt hat. — Zahlreiche Zitate aus der Patent-Literatur sind besonders wertvoll.

Die Abbildungen sind einfach, aber zweckentsprechend. — Druck und Ausstattung des Buches sind zu loben. Druckfehler sind fast abwesend.

TOLLENS.

Sibirien in Kultur und Wirtschaft. Von KURT WIEDENFELD. Bonn, A. Markus' und E. Webers Verlag, 1916. 86 S. Preis 2 M. 20 Pf.

Dies kleine als Heft 3 der Modernen Wirtschaftsgestaltungen von K. WIEDENFELD[1]) erschienene Buch bietet im jetzigen Augenblick, da die Blicke Aller auf Russland gerichtet sind, besonderes Interesse und zeigt, wie sehr das uns sonst so fern liegende Sibirien für Russland Wichtigkeit besitzt und noch gewinnen wird.

Das Buch beginnt mit den folgenden Worten: „Sibirien — das Land der eisigen Kälte, das Gefängnis für schwere Verbrecher und politische Störenfriede: so steht auch heute noch das riesige Gebiet, welches sich Russland seit dem Ende des 16. Jahrhunderts in immer weiterem Ausgreifen politisch und volklich angegliedert hat, in der Vorstellung des Westeuropäers."

Beim Lesen des Buches findet man die obige Vorstellung zwar bestätigt, aber doch in anderer Hinsicht vervollständigt und teilweise gemildert. Es sind besonders die südlicher gelegenen Teile, welche der früheren grossen Strasse nach Osten und jetzt der nach Wladiwostock führenden Eisenbahn nahe liegen, welche stets wachsende Wichtigkeit für Russland in ökonomischer und kultureller Hinsicht erlangen.

Das Buch ist in 8 Abschnitte geteilt: I. Sibiriens Natur. — II. Sibiriens Kosakentum. — III. Der sibirische Bauer. — IV. Deutsche Bauern auf Kosakenland. — V. Das Leben der Kirgisensteppe. — VI. Bergwerke und Verbrecher. — VII. Sibirisches Städteleben. — VIII. Sibirien in der Weltwirtschaft. — Schlussbemerkung: Sibirien, das Land der russischen Zukunftsaufgaben.

Von diesen Abschnitten hat jeder eine Reihe von Unterabschnitten mit vielen Einzelheiten. — Weniges möge genügen:

Im Abschnitt I wird das Klima Sibiriens geschildert; dies ist in der Tat für jemand, der an ein milderes Klima gewöhnt ist, höchst wenig anmutend; es ist streng kontinental, wie es sonst kaum noch auf der Erde vorkommt.

Dem eisigen Winter mit bis 40 Grad R. Kälte steht im Sommer eine Mittagshitze von 40 Grad R. Wärme gegenüber, es zeigt die Temperatur also Schwankungen von 80 Grad. Da die Luft hierbei meistens ruhig und trocken ist, meint der Verfasser übrigens, dass diese Gegensätze leichter zu ertragen seien, als man denken sollte.

---

[1]) Der Verf. hat das Material zu seinem Buche vor dem Kriege auf einer Studienreise durch die wirtschafts- und siedlungsfähigen Teile des eigentlichen Sibiriens an und abseits der Sibirischen Bahn gesammelt.

Bedenklicher als auf die Menschen wirkt das trockene, einerseits kalte und andererseits heisse Klima auf die Vegetation. Wintersaaten gedeihen nicht; Sommersaaten, besonders Weizen, bringen dagegen in den kurzen aber heissen Sommern auf der fruchtbaren russischen Schwarzerde guten Ertrag.

In den weiteren Abschnitten werden die Kosaken in ihrer bevorzugten Stellung als Grenzwächter und als Ansiedler geschildert, und der S. 10 angegebene Vergleich der Kosaken mit den „Gefolgsleuten der mittelalterlichen Ritter" mag richtig sein und die bekannten Greueltaten der Kosaken erklären.

Das Leben des sibirischen Bauers wird geschildert. In älterer und besonders in neuerer Zeit wird das Kolonisieren in den Gegenden der sibirischen Bahn möglichst begünstigt; freie Beförderung, freie Landzuweisung und sonstige Vorteile ermöglichen es den Russen Europas, sich in Sibirien ein freies Heim zu gründen. Den deutschen Kolonisten ging es früher ebenfalls gut; wie dies sich im Kriege gestaltet, weiss der Verf. nicht, er hofft jedoch, dass beim Friedensschluss für ihr ferneres Los gesorgt werden wird.

Wie oben angegeben ist, wird Getreide vielfach angebaut, aber auch zur Viehzucht bieten sich die fast unendlichen Grasflächen. Beides wird jedoch höchst extensiv betrieben, wenn auch, besonders bei der Verwertung der Milch, neue Maschinen und Apparate eingeführt werden. So sind Milch-Zentrifugen und Molkerei-Genossenschaften vielfach vorhanden, und die grossen Mengen von sibirischer Butter, welche nach Westeuropa vor dem Kriege ausgeführt wurden, sind ein Beweis hiervon.

Der sibirische Bauer steht nicht unter dem hemmenden Einfluss des „Mir", d. h. der gemeinschaftlichen Bewirtschaftung des der Dorfgemeinde gehörenden Landes, sondern er kultiviert sein Land-Eigentum, wie er will.

Im weiteren werden die z. T. riesenhaft angewachsenen Städte wie Omsk, Tomsk, Irkutsk geschildert, ferner die Hauptzentrale der Deportierten, Skita, dann die Bergwerke, in denen, teilweise noch auf ziemlich primitive Weise, Gold, Graphit, Kohlen, Kupfer usw. gewonnen werden. Der Verf. streift auf sehr gelinde Weise (s. S. 62) die bei uns glücklicherweise unbekannten nicht gesetzlichen „Gebühren" oder „Nebeneinnahmen" der gering besoldeten Beamten.

Es werden die Verhältnisse des Handels mit Tee, Pelzwerk, Gold, Butter usw. und vieles andere besprochen, und der Verf. hebt in seiner Schlussbemerkung hervor, dass, Dank der sibirischen Eisenbahn, das riesige Land eine gewaltige Umwälzung erfahren hat. Es wird bei weiterer Aufschliessung immer wertvoller werden, und Russland täte wohl, sein Ausdehnungsbestreben nicht nach Westen, sondern nach Osten zu verlegen.

Tollens.

Lehrbuch der Milchwirtschaft. Von Dr. W. Fleischmann, Geh. Reg.-Rat, o. ö. Professor der Universität Göttingen. Fünfte, neu bearbeitete Auflage mit 59 erläuternden Abbildungen und 3 Tierbildern. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1915. 597 S. Preis geb. 16 M.

Von dem 1893 in der ersten Auflage erschienenen und von Prof. BACKHAUS[1]) besprochenen, rühmlichst bekannten FLEISCHMANNschen Lehrbuch der Milchwirtschaft liegt die fünfte Auflage vor, und es ist gleich zu sagen, dass in ihr, wie in den früheren Auflagen, das Gebiet der Milch und ihrer Verwertung in wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht mit der Genauigkeit und Gründlichkeit, welche man von dem Verfasser kennt, bearbeitet ist.

Auf die Kapitel I. Einleitung und II. Geschichtliches folgen:

III. Die Lehre vom Wesen der Milch.
IV. Die Lehre von der Gewinnung der Milch und von der Wirkung der niederen Pilze auf die Milch.
V. Die Lehre von der unmittelbaren Verwertung der Milch.
VI. Die Lehre von der Bereitung der Butter.
VII. Die Lehre von der Bereitung der Käse.
VIII. Die Lehre von der Bereitung der Erzeugnisse, die ausser Butter und Käse aus der Milch gewonnen werden können.
IX. Wirtschaftliches.
X. Der Unterricht in der Milchwirtschaft.
XI. Die Lehre von der Milchwirtschaft.
XII. Kunstbutter und Kunstkäse.
XIII. Hilfstafeln.

In den einleitenden Kapiteln findet man viel Interessantes über die Bedeutung der Milch und ihrer Produkte, über die allmähliche Entwicklung der Milchwirtschaft und über die in der Neuzeit stattgefundenen Veränderungen und Verbesserungen, welche das Studium und die Beschäftigung wissenschaftlich geschulter Gelehrten hervorgebracht haben.

In der Neuzeit werden die Viehrassen, welche viel und fettreiche Milch liefern, gegenüber anderen, geringeren ausgewählt und möglichst gezüchtet. Die Milch wird nicht oder kaum mehr in den alten Satten aufgerahmt, sondern in den Zentrifugen oder Milchschleudern schnell und fast vollständig entrahmt. Das alte Stossbutterfass ist durch neue, besser wirkende Einrichtungen ersetzt.

Die Käsebereitung ist vielfach studiert und sicherer gestaltet als früher.

Alles dies und vieles andere ist in dem Buche auseinandergesetzt und zu den interessantesten Teilen des Buches gehören u. a. die Abschnitte über die Pilze und Enzyme der Milch und die Schilderungen der Milchzentrifuge.

Möglichst vollständig sind die äusserst zahlreichen Abänderungen der Zentrifugen aufgeführt.

Sehr vollständig sind die Kapitel über die Analyse und Untersuchung von Milch, Butter, Käse, und die neuesten Methoden, z. B. der Refraktions-Untersuchung und andere sind genau und klar beschrieben.

Den Landwirten, den Chemikern und besonders den Milch und Milchprodukte untersuchenden Nahrungsmittel-Ämtern wird das Buch willkommen sein.

TOLLENS.

[1]) Journal für Landwirtschaft 1893, S. 388.

Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agrikultur-Chemie. Dritte Folge, XVII. 1914. Der ganzen Reihe siebenundfünfzigster Jahrgang. Unter Mitwirkung von Dr. G. Bleuel-Neusorg, Dr. C. Kalb-Hildesheim, Prof. Dr. O. Krug-Speyer, P. Lederle-Augustenberg, Dr. M. P. Neumann-Charlottenburg, Dr. Fr. Reinhardt-Möckern, k. k. Reg.-Rat A. Stift-Wien, Prof. Dr. H. Will-München herausgegeben von Prof. Dr. Th. Dietrich, Geh. Reg.-Rat, Hannover und Prof. Dr. F. Mach, Vorstand der Grossh. Landw. Versuchsanstalt Augustenberg i. B. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1916. 563 S. Preis 28 M.

Wie in jedem Jahr[1]) ist auch diesmal der Jahresbericht über die zahlreichen agrikultur-chemischen Forschungen des Jahres 1914 erschienen, und es ist deshalb zu sagen wie früher, nämlich, dass „der Jahresbericht für eingehende Untersuchungen und Forschungen unentbehrlich ist".[1])

Der Inhalt ist wie früher in 4 grosse Abschnitte geordnet, welche in Unterabschnitte geteilt sind.

I. Landwirtschaftliche Pflanzenproduktion mit
   A. Quellen der Pflanzenernährung.
   B. Pflanzenwachstum.
II. Landwirtschaftliche Tierprodukte mit
   A. Futtermittel, Analyse usw.
   B. Chemisch-physiologische und
   C. Experimental-Untersuchungen.
   D. Stoffwechsel, Ernährung.
   E. Betrieb der landwirtschaftlichen Tierproduktion.
   F. Molkereierzeugnisse.
III. Landwirtschaftliche Nebengewerbe.
   A. Getreidewesen.
   B. Rohrzucker.
   C. Gärungserscheinungen.
   D. Wein.
   E. Spiritusindustrie.
IV. Agrikultur-chemische Untersuchungsmethoden.
   A. Boden.
   B. Düngemittel.
   C. Pflanzenbestandteile.
   D. Saatwaren.
   E. Futtermittel.
   F. Milch, Butter, Käse.
   G. Zucker.
   H. Wein.
   J. Pflanzenschutzmittel.

---

[1]) Siehe über frühere Besprechungen z. B. Journal für Landwirtschaft 1914, S. 182.

In diese reiche Liste sind die Einzelresultate der Forschungen eingetragen, und das am Ende des Buches befindliche 9 Seiten einnehmende und über 1400 Namen enthaltende Register zeugt von der grossen, auf dem Gebiet der Agrikultur-Chemie herrschenden Tätigkeit, deren Resultate mit Sorgfalt und Genauigkeit in diesen Jahresberichten gesammelt werden.

TOLLENS.

Pflanzenschutz. Anleitung 6 der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Von RÖRIG und SORAUER. Für Mitglieder 1.50 M.; im Buchhandel (Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin SW.) 3 M.

Für alle diejenigen, welche sich über die auffälligsten Krankheitserscheinungen der Kulturpflanzen Deutschlands und über die Mittel, welche wir zur Bekämpfung der Krankheiten besitzen, orientieren wollen, muss der von der D. L.-G. herausgegebene „Pflanzenschutz" als vorzüglicher Ratgeber empfohlen werden. Bei der vorliegenden, mit 107 Textabbildungen und 9 farbigen Tafeln ausgestatteten 6. Auflage sind wieder die Fortschritte der Wissenschaft, soweit sie für die Praxis Bedeutung haben, berücksichtigt. Besonders hervorzuheben ist die in der Vorrede zur 5. Auflage des Buches ausgesprochene Ansicht des Verfassers über die Krankheitsbekämpfung. Sie lautet: „Demnach entpuppen sich die verbreitetsten Pilzepidemien als Dispositionskrankheiten, und es ergibt sich daraus mit Notwendigkeit, dass wir bei ihrer Bekämpfung nur dann Erfolg haben werden, wenn wir für jede einzelne Örtlichkeit die Umstände kennen zu lernen suchen, welche die Disposition zur parasitären Erkrankung bilden, und widerstandsfähige Sorten für jede Gegend heranzüchten."

v. SEELHORST.

Landwirtschaftlich wichtige Hülsenfrüchte. Von Dr. C. FRUWIRTH, Professor an der technischen Hochschule in Wien. Erstes Heft: Erbse, Wicke, Ackerbohne, Lupine und Linse. Mit 9 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1916. (Landwirtschaftliche Hefte Nr. 29.) Preis 80 Pf.

Trotz des geringen Umfangs enthält die kleine Schrift alles für den Anbauer der im Titel genannten Pflanzen Wissenswerte. Sie kann deshalb den Landwirten bestens empfohlen werden. Bei einer Neuauflage wäre ein Druckfehler in der Tabelle S. 11, in welcher dz statt kg gedruckt ist, zu beseitigen.

v. SEELHORST.

Die Sonnenblume (Helianthus annuus), eine wertvolle Futter-, Öl- und Honigpflanze. Ihr Anbau, ihre Pflege und Nutzung. Eine Handreichung in Kriegszeiten. Vom Königl. Ökonomierat VAL. WÜST. Preis brosch. 40 Pfg., kart. 75 Pfg. Verlagsbuchhandlung von Alfred Michaelis, Leipzig, Kohlgartenstrasse 48.

Die kleine Schrift gibt eine kurze Anleitung zum Anbau der Sonnenblume und in einem Anhang zum Bau der Seidenpflanze, Asclepias syriaca.

Der Anbau der Sonnenblume als Ölpflanze ist seit Ausbruch des Krieges mit Recht von den verschiedensten Seiten empfohlen und teilweise zur Durchführung gebracht worden. Die Erwartungen sind aber häufig getäuscht, dort wo man die Sonnenrose auch auf trockneren humusarmen Bodenarten angebaut hat. Denn die Sonnenblume will Feuchtigkeit haben und ist auf Humusböden besonders dankbar. Als Futterpflanze ist ihr Wert zweifellos viel geringer als der Verfasser annimmt. Ich vermute, dass die sich von ihm gemachten Angaben auf Helianthus tuberosus beziehen. Als Bienenweide ist sie sicher zu empfehlen.

Über den Kulturwert der Seidenpflanze habe ich kein Urteil. Ich vermute, dass der Verfasser ihn sehr stark überschätzt. v. Seelhorst.

Herkunftsbestimmung der Kleesaaten. Studien und Beiträge von Dr. phil. Otto Oberstein, Breslau, derzeitigem Leiter der agrikultur-botanischen Versuchs- und Samenkontrollstation der Landwirtschaftskammer für die Provinz Schlesien. Mit 16 Abbildungen auf Tafeln. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1916. VII und 49 S. Preis 3.50 M.

Der Verfasser sagt in dem Vorwort: „Die ausgedehnte Praxis in der Ausübung derartiger, für die Futterversorgung unseres Viehstandes in ihrer kolossalen Bedeutung immer noch nicht genügend gewürdigter Analysen des Herkunfts-(Anbau-)wertes namentlich der verschiedenen Rotklee- und Luzerne-Samenprovenienzen gibt uns einige **Berechtigung** zur Veröffentlichung unserer „Provenienzunkrautstudien", die hoffentlich die Grundlage zu einer umfassenderen Darstellung der einschlägigen Verhältnisse werden."

In wie hohem Maſse der Verfasser diese Berechtigung besitzt, zeigt der Inhalt der vorzüglich sorgfältigen Arbeit. Sie ist in 3 Abschnitte eingeteilt. Im ersten wird die Methode der Herkunftsbestimmung in ihrer historischen Entwicklung besprochen, im zweiten das Akklimatisationsproblem der Provenienzunkräuter behandelt und im dritten Wege und Ziele der Herkunftsbezeichnungen vorgeschlagen.

Verfasser weist in überzeugender Weise nach, dass die Bestimmung der Provenienz durch die in der Saat enthaltenen Unkräuter das einzige gute Mittel ist, sie zu erkennen und damit den Wert des Samens richtig beurteilen zu können. Er weist die besonders von Händlern ausgesprochene Annahme energisch zurück, dass die charakteristischen Provenienzunkräuter sich in unseren Kleesaaten halten können. Um Unsicherheiten in der Bezeichnung der Saaten auszuschalten, empfiehlt er schliesslich eine von der bisherigen abweichende Herkunftsbezeichnung.

Ich bin den klaren, auf umfassenden Literaturstudien und auf eigener Erfahrung beruhenden Ausführungen des Verfassers mit grösstem Interesse gefolgt. Für eine neue Auflage würde ich in Anbetracht der in landwirtschaftlichen Kreisen noch häufiger vorhandenen Unkenntnis über den Wert der verschiedenen Herkünfte eine kurze Erklärung darüber für nützlich halten.

v. Seelhorst.

Über die Notwendigkeit der Schaffung von Moorschutzgebieten. Denkschrift nach den Beratungen der VII. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin am 3. und 4. Dezember 1915, ausgeführt von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preussen. Berlin, Gebr. Borntträger, 1916.

Auf diese Broschüre, die ein Sonderabdruck aus Bd. V, Heft 2 der „Beiträge zur Naturdenkmalpflege, herausgegeben von H. Conwentz" ist, sei hiermit aufmerksam gemacht.

v. Seelhorst.

Grosses Handbuch der Schafzucht auf neuzeitlicher Grundlage. Von Johannes Heyne, Schäfereidirektor in Leipzig. Mit über 100 Abbildungen, zahlreichen Tabellen, Beilagen und einem farbigen Modell. Leipzig 1916, Reichenbachsche Verlagsbuchhandlung, Hans Wehner. 494 Seiten. Preis geb. 12 M.

Mag auch die jetzige kriegerische Zeit an sich wenig Ruhe und Musse zum Studium und Durcharbeiten grösserer literarischer Werke gewähren, so dass es ein gewisses Wagnis bedeutet, grössere Veröffentlichungen herauszugeben, so muss das zu besprechende Handbuch trotzdem eine sowohl durchaus zeitgemässe wie überaus erwünschte Bereicherung unserer tierzüchterischen Literatur genannt und sein Erscheinen begrüsst werden. Der Verfasser, ein bekannter, erfolgreicher Praktiker, meint zwar in seinem Vorwort, hinsichtlich der Schafzucht und Schafhaltung sei in der letzten Zeit viel veröffentlicht worden, indessen gehen die Ansichten darüber auseinander, ob dieses angeblich „Viele" mit Rücksicht auf die Wichtigkeit und Bedeutung der Schafzucht auch wirklich genug ist, hinreicht, die mancherlei schiefen, oft direkt falschen Urteile und Vorurteile über die Schafhaltung und -Zucht zu beseitigen und endlich wieder für eine richtige Erkenntnis die Bahn frei zu machen. Meiner Meinung nach kann gar nicht oft und eindringlich genug darauf hingewiesen werden, dass die deutsche Landwirtschaft sich mit der auch in den letzten Jahren noch fortgesetzten Einschränkung der Schafzucht nicht mehr auf dem richtigen Wege befand und dass die sachgemässe Beurteilung und Einschätzung der Schafzucht, als eines wichtigen Gliedes der Tierhaltung im landwirtschaftlichen Betrieb, vielfach vollständig verloren gegangen war. Für mich war kennzeichnend eine Unterhaltung, die 2 Jahre vor dem Kriege gelegentlich einer Wanderausstellung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in einem grösseren Kreise stattfand. Als dabei die Rede auf die angebliche Unrentabilität der Schafzucht und die Notwendigkeit ihrer Abschaffung kam, behauptete ich, dass unter den derzeitigen Verhältnissen die Schafzucht, zweckmässig organisiert und richtig betrieben, entschieden eine bessere Rentabilität verbürge, wie die Rindviehzucht. Ich fand keine direkte Zustimmung, aber späterhin kam ein älterer Herr zu mir, um mir zuzuflüstern: „Sie haben Recht, aber man braucht es ja nicht jedermann auf die Nase zu hängen." Nun, ich meine, in der Landwirtschaft sollten wir die Furcht vor der Konkurrenz nicht kennen, es kann ja doch keiner dem anderen sklavisch etwas nachmachen, ohne nicht die Nachteile derartig unzweckmässigen Vorgehens bald am eigenen Geldbeutel zu spüren.

Wenn aber eine Entwicklung deutlich in die Irre geht, hat jeder, der über die erforderliche Einsicht und Erfahrung verfügt, nicht nur das Recht, sondern auch die Pflicht, seine Stimme zu erheben, zu warnen und auf den richtigen Weg hinzuweisen. Diese Überzeugung beherrscht und leitet offenbar auch den Verfasser bei seinen Darlegungen, deren Grundzug in der Betonung gipfelt, dass sich jede Betriebsweise einer Schäferei in die des Gutes hineinpassen lasse, man könne sich eigentlich kein Gut vorstellen, wo nicht Schafe gehalten werden könnten, sei es in intensiven oder extensiven Betrieben, sei es auf Höhenböden oder in Marschgegenden.

Vergleicht man mit dieser Behauptung, die durch eine Fülle sehr klarer und treffender Hinweise immer wieder gestützt wird, die tatsächliche Entwicklung der deutschen Schafzucht, muss man die Feststellung machen, dass von den 5345261 landwirtschaftlichen Betrieben, die im Jahre 1907 in Deutschland gezählt wurden, nur noch 390821 Schafe hielten. Dadurch wird freilich erklärlich, warum die falsche Ansicht von der dauernden Unrentabilität der Schafzucht immer noch so viele Anhänger hat. Diese können sich kein richtiges Urteil bilden, weil sie gar keine Schafe mehr halten. Sehr zu empfehlen wäre aber gerade diesen ein sehr eifriges Lesen und Durcharbeiten des Handbuches, von dessen reichhaltigem Inhalt einige Hinweise gegeben seien.

Nach einer Einleitung, die sehr richtig als Hauptursache des Rückganges der Schafzucht das einseitige Züchten auf Wolle, Vernachlässigung der Fleischerzeugung und unrichtige Auswahl der Rassen angibt, folgt als erster Abschnitt die Geschichte der Schafzucht und Einführung der spanischen Merinozucht in die verschiedenen Länder, wobei sich der Verfasser allerdings nicht ganz streng an die Disposition hält und z. B. bei der Erörterung der russischen Verhältnisse sehr in die Gegenwart gerät. Die Ausführungen über die Wollschafzucht in Deutsch-Südwestafrika, die den Abschnitt beschliessen, werden einem allgemeinen Interesse begegnen, allerdings auch den Wunsch nach einer Erweiterung und Ergänzung erregen.

Die Entwicklung der Schafzucht von der Einführung der Merinos bis zur Gegenwart unter besonderer Berücksichtigung der Wollproduktion behandelt der zweite Abschnitt. Die verschiedenen Perioden scheinen sich auf annähernd gleiche Zeiträume zu verteilen, denn nach dem Verfasser befand sich die Elektoralzucht um das Jahr 1830 im Kulminationspunkt ihrer Veredelung und Feinheit, das Jahr 1860 brachte eine grosse Wendung mit dem Übergang zur Kammwollzüchtung und im Jahre 1889 liess auffallend plötzlich die Ausfuhr der Schafe und Lämmer nach. Es hätte sicherlich interessiert, von dem Verfasser die Gründe für den starken Abfall der Mehreinfuhr zu hören.

Bei der Erörterung der verschiedenen derzeitigen Zuchtrichtungen bemerkt man deutlich das Bestreben des Verfassers, den einzelnen Zuchtrichtungen gerecht zu werden, wie allgemein in dem Werk eine wohltuende Sachlichkeit und Unbefangenheit des Urteils herrscht. Nur die Landrassen scheinen mir etwas zu stiefmütterlich behandelt zu sein. Der Verfasser widmet ihnen lediglich den Satz, dass sie, wenn auch in beschränktem Raume, immer in Deutschland eine Rolle spielten und für bedingte Verhältnisse einen wirtschaftlichen Nutzen abwürfen. Das ist entschieden zu wenig, wenn man sich vergegenwärtigt, dass bei der Schafrassen-Umfrage der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft für die deutschen Landrassen ein Anteil von 23.89

und bei Kreuzungen im Charakter des deutschen Landschafes von 9.77, zusammen demnach 33.66 vom Hundert ermittelt wurden.[1]) Die Zuchtrichtungen, die durch ein Drittel des gesamten deutschen Schafbestandes vertreten werden, können wohl auf eine etwas eingehendere Würdigung einigen Anspruch erheben.

Aus dem Rückblick, der den Abschnitt schliesst, seien folgende Zahlen hervorgehoben: Deutschland kann zurzeit nur 5 % seines Bedarfes an Rohmaterial durch heimische Wolle decken. Es nimmt mit nur $1^1/_3$ % an der Weltproduktion, aber als Weltkonsument mit beinahe 25 % am Weltkonsum teil. Welche Gefahren daraus bezüglich unserer Selbständigkeit in der Versorgung mit Kleidungsmaterial erwachsen, haben wir während des gegenwärtig noch tobenden Weltkrieges deutlich erkennen können.

Sehr auffallend ist, dass der Verfasser nicht nur für Deutschland, sondern auch für Grossbritannien und Irland, für Russland und Frankreich, sowie für die Vereinigten Staaten und Kanada nach den statistischen Erhebungen von 1911 und 1912 einen allgemeinen Rückgang der Schafzucht feststellen konnte. Den Gründen dieses allgemeinen Rückganges nachzuspüren, müsste eine lohnende Aufgabe sein. Für die wirtschaftlichen Folgerungen, die bezüglich der Gleichmässigkeit und Höhe der Wollpreise daraus zu ziehen sind, genügt wohl der Hinweis des Verfassers, dass es nach genaueren Feststellungen heute über 90 Millionen mehr Wolle konsumierende Menschen, aber 40 Millionen weniger Wolle produzierende Schafe gibt, als vor 15 Jahren.

Der dritte Abschnitt des Werkes ist den Rassen des Schafes gewidmet. Wenn bei den Beschreibungen der einzelnen Rassen noch einige Bemerkungen über die Fruchtbarkeit und den Milchreichtum, die Fähigkeit, die geborenen Lämmer gut hoch zu bringen, eingefügt würden, könnten die Darlegungen noch abgerundeter werden, als sie schon sind. Gute Abbildungen, meist nach Photographien, ergänzen den Text, nur sei empfohlen, bei der Auswahl der Bilder noch etwas mehr darauf zu achten, dass die gegenseitigen Grössenverhältnisse teilweise etwas schärfer hervortreten.

In dem vierten Abschnitt, die Anatomie des Schafes enthaltend, ist kurz und treffend alles Wesentliche und Bedeutungsvolle gesagt. Bei einer neuen Bearbeitung, die sicherlich für eine neue Auflage bald nötig sein wird, würde ich einige Ausführungen über Lende, Kreuz und Becken als wünschenswerte Vervollkommnungen begrüssen.

Der weitere, sehr umfangreiche Abschnitt ist überschrieben: „Die Züchtung des Schafes". Dabei enthält er nicht nur die bei der eigentlichen Züchtung zu beachtenden Punkte, sondern auch die ganze Lehre von der Ernährung. In den einzelnen Kapiteln hätte ich, namentlich bei der Lehre von der Vererbung und bei der Darstellung der Züchtungsmethoden, einige Ausstellungen zu machen. Z. B. scheint mir die Auffassung, dass die Mendelschen Regeln bei den Schafen, da doch viele Eigenschaften der Elterntiere in Betracht gezogen werden müssten, keine ausschlaggebende Rolle spielten, nicht zutreffend zu sein. Der Mendelismus hat allerdings, um über-

[1]) Vergl. Dr. G. Freyer-Berlin, Die Zukunft der deutschen Schafzucht. Mitteilungen der D. L.-G. 1916, Stück 6, S. 79.

haupt bestimmte Regelmässigkeiten der Vererbung aufdecken zu können, zunächst das Schwergewicht auf einzelne, besonders in die Augen fallende, mehr äusserliche Eigenschaften gelegt. Das geschah aber lediglich aus praktischen Gründen. Sein Ziel ist selbstverständlich die Erfassung aller Eigenschaften, namentlich der sogen. physiologischen, die für den Züchtungserfolg von ausschlaggebender Bedeutung sind. Ferner ist an dem Mendelismus ganz besonders bedeutsam das Bestreben, die vielseitige Zusammensetzung der Erbmasse, die einzelnen Anlagen kennen zu lernen und durch experimentelle Forschungen, durch den direkten Vererbungs-Versuch zu erforschen. Nach dieser Richtung ist der Mendelismus auch für die Schafzucht berufen, ausserordentlich wertvolle Aufklärungen zu schaffen.

Sodann muss ich bemerken, dass Hermann von Nathusius nie ein Verfechter der Lehre von der Individualpotenz als einer Neubildung der Natur gewesen ist. Das war allein Settegast. von Nathusius hob nur sehr energisch und mit Recht den Wert des Individuums gegenüber der Rasse hervor und bestritt sogar die Möglichkeit von geheimnisvollen Neubildungen der Natur.

In dem Kapitel über die Zuchtmethoden hätte die Bedeutung der Verwandtschaftszucht für den Züchtungserfolg noch etwas entschiedener hervorgehoben werden können, denn alle dauernden Fortschritte sind doch nur durch die verständige und überlegte Anwendung derselben erzielt worden. Die Berechnung von Blutteilen, wie sie Seite 125 vorgeführt wird, ist veraltet und verträgt sich nicht mit unsern heutigen Kenntnissen und Anschauungen von den Vorgängen bei der Vererbung. Das Kapitel: Züchtungsgrundsätze würde treffender: „Grundsätze für die Rassenwahl" überschrieben werden.

Diese kleinen Ausstellungen sollen aber den Wert und die Bedeutung des Abschnittes nicht herabsetzen, aus dem namentlich die Kapitel über Beurteilung, Gewicht, Durchschnittsmafse, Klassifikation, Sortierung und Bonitierung mit Boniturschlüsseln eine Fülle von praktisch wichtigen und erprobten Hinweisen enthalten. In den Kapiteln über die Ernährung und die einzelnen Futtermittel fiel mir auf, dass des Strohes der Hülsenfrüchte, eines ausserordentlich gerade für die Schafe beliebten Futters, nicht gedacht ist, ebenso, dass S. 212 gesagt ist, die Hülsenfrüchte sollten ganz vermieden werden.

Ganz besonders zu begrüssen sind die nächsten zwei Abschnitte des Werkes, die die Betriebsweise der Schäfereien und die Rentabilität behandeln. Dabei zeigt der Verfasser an einzelnen Beispielen, z. B. aus Salzburg, wie eine Anpassung der Betriebsweise an die örtlichen Verhältnisse herbeigeführt werden kann. Die Fülle des Materials, die über die Wollpreise und Fleischpreise, weiter über die Rentabilität einzelner Herden und Wirtschaften beigebracht wird, dürfte in solch vollkommener Zusammenstellung nirgends anders zu finden sein. Mit Recht hat der Verfasser so viel wie möglich ausführliche Angaben gesammelt, weil es nur dadurch möglich ist, das vielfach fest eingewurzelte Vorurteil von der Unrentabilität der Schafzucht zu beseitigen. Unterstützt von Tabellen, graphischen Darstellungen und Kurven werden die Angaben und Berechnungen jeden, der sich mit Schafzuchtfragen nach der betriebswirtschaftlichen Seite beschäftigen möchte, wertvolle Anregungen und Anhaltspunkte geben.

In dem erwähnten Kapitel werden auch die Förderungsmittel der Schafzucht, soweit sie seitens des Staates und der Korporationen aufgewendet werden, besprochen. Aus vollster Überzeugung stimme ich dabei dem Verfasser zu, wenn er der Gründung von Schafzucht-Genossenschaften und Züchtervereinigungen das Wort redet und die Aufwendung grösserer Mittel seitens des Staates für wünschenswert hält. Die vielseitige und erfolgreiche Förderung, welche die Pferde-, Rindvieh- und Schweinezucht in den letzten Jahrzehnten erfahren hat, müsste sich doch in sinngemässer Anpassung auch auf die Schafzucht übertragen lassen.

In der wichtigen Schafmeisterfrage urteilt der Verfasser sehr treffend, indem er sagt: „Hebt sich die Schafzucht, so hebt sich auch der Schäferberuf. Allzuviel Theorie ist oft ungesund und alle Wissenschaft ist nicht imstande, die freie Intelligenz eines aus sich herausgewachsenen tüchtigen Schäfers zu ersetzen."

Dass in einem Handbuch der Schafzucht ein Abschnitt auch den Krankheiten der Schafe gewidmet ist, gehört zur Vervollständigung des Werkes. Die Gefahr, diesen Abschnitt über Gebühr auszudehnen und mit einer grösseren Summe tierärztlicher Einzelheiten zu beschweren, hat der Verfasser glücklich vermieden. Die Angaben sind kurz, klar, übersichtlich und entschieden.

Die Wollkunde, ein sicherlich trotz allem noch wichtiges Kapitel, ist als neunter Abschnitt dem Werke angegliedert. Wenngleich heutzutage eine so bis ins einzelne gehende Kenntnis von den Eigenschaften des Wollhaares, wie sie früher für unerlässlich galt, nicht mehr unbedingt notwendig ist, so kann auf der anderen Seite nicht bestritten werden, dass sorgfältigere und gründlichere Kenntnisse eine wertvolle Stütze für jeden bilden, der sich züchterisch betätigen will. Die Ausführungen des Werkes, durch charakteristische Zeichnungen unterstützt, werden darum vielen willkommen sein, zumal wenn sie Gelegenheit haben, sich auch praktisch in der Beurteilung zu üben. Am Schluss macht der Verfasser auf die neueren Bestrebungen, die Wollauktionen wieder zu heben, aufmerksam.

Abgeschlossen wird das Werk durch einen kurzen Abschnitt über die technische Verarbeitung der Wolle und ein zerlegbares Modell, das alle Einzelheiten der äusseren Form, des Skeletts, der Blutkreislauforgane, Muskeln und Eingeweide erkennen lässt. —

Fassen wir unser Urteil zusammen, so können wir nur nochmals hervorheben, dass das Werk wegen seiner Anlage, Ausführung und Ausstattung weitgehende Beachtung verdient. Die Ausführlichkeit und Klarheit, mit der namentlich die praktisch wichtigen Dinge behandelt sind, die Fülle wichtiger Einzelheiten wird jeden, der Rat und Belehrung daraus schöpfen möchte, nicht vergebens suchen lassen. Infolgedessen zweifele ich nicht daran, dass das Buch seine Aufgabe erfüllt, die ihm der Verleger in einem warmherzig geschriebenen Geleitwort aus dem Schützengraben bezeichnet hat: in erster Linie der Schafzucht neue Anhänger zu schaffen und dem praktischen Landwirt wie dem Hochschüler ein Ratgeber zu sein.

Frölich.

Bauet Gemüse! Ein Weckruf für daheim und draussen. Im Auftrag der Palmengarten-Gesellschaft Frankfurt am Main bearbeitet von August Siebert, Kgl. Landesökonomierat, Kgl. Preuss. Gartenbaudirektor, Betriebsdirektor der Palmengarten-Gesellschaft. 32 Seiten mit fünf Vollbildern. Preis 25 Pfg.

Auf diese kleine in der Jetztzeit besonders nützliche Schrift wird hierdurch aufmerksam gemacht.

v. Seelhorst.

Fürstenberg, M., Die Einführung der Soja, eine Umwälzung der Volksernährung. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. G. Haberlandt, Direktor des pflanzenphysiolog. Instituts der Universität Berlin. Preis 1 M. (25 Stück für 20 M., 100 Stück für 65 M.). Verlag von Paul Parey in Berlin.

Der Titel der Broschüre verspricht eine Umwälzung der Volksernährung durch die Sojabohne. Ich glaube, dass der Verfasser sich bei diesem Urteil einer Täuschung hingibt. Er beurteilt meiner Meinung nach die Sojabohne, die er den „wundertätigen Fremdling" nennt, zu günstig und unsere Erbsen und Bohnen zu ungünstig. Allerdings ist die Soja protein- und, was sehr wichtig ist, viel fettreicher als unsere zu Speise- und Futterzwecken angebauten Hülsenfrüchte. Sie steht aber zweifellos in der Höhe und vor allen Dingen in der Sicherheit der Erträge sehr zurück. Die von dem Verfasser auf S. 25 angegebenen Ertragszahlen sind für unsere alten Ackerfrüchte zu niedrig, für die Soja zu hoch angenommen. Hätte die Soja wirklich den von dem Verfasser angenommenen Kulturwert, so wäre es nicht denkbar, dass alle Bemühungen zu ihrer Einführung in Deutschland bisher so gut wie vergebens gewesen sind. Wenn auch kurzlebige Varietäten der Sojabohne sich auch hier und da in warmen Lagen einen Platz unter unsern Kulturpflanzen erobern können, so ist eine weitere Verbreitung doch wohl ausgeschlossen. Hervorheben möchte ich noch, dass der Verfasser die vom Leser erwartete Anweisung zum Anbau der Soja nicht gibt.

v. Seelhorst.

Die wichtigsten Kartoffelkrankheiten und ihre Bekämpfung. Von Prof. Dr. Schander, Vorsteher der Abteilung für Pflanzenkrankheiten am Kaiser Wilhelms-Institut für Landwirtschaft in Bromberg. Zweite Bearbeitung. 23 Abbildungen. 95 S. Berlin W. 9, 1916, Geschäftsstelle der Gesellschaft zur Förderung des Baues und der wirtschaftlich zweckmässigen Verwendung der Kartoffeln.

Der gegenwärtige Krieg hat den weitesten Kreisen der Bevölkerung in Stadt und Land die enorme wirtschaftliche Bedeutung der Kartoffeln für die Ernährung von Mensch und Tier so recht vor Augen geführt. Alle Veröffentlichungen über Kartoffelbau und Verwertung werden deshalb besondere Berücksichtigung finden. Dies gilt auch für die angezeigte Broschüre,

für deren Güte der Name des Verfassers bürgt. Sie erscheint als Heft 4 der Arbeiten der obengenannten Gesellschaft, welche durch ihre Arbeiten (bisher 6) und durch ihre Flugblätter (bisher 17) in hohem Maſse segensreich wirkt.

v. Seelhorst.

Die Kalirohsalze, ihre Gewinnung und Verarbeitung. Von Dr. W. Michels und C. Przibylla, Vienenburg. Mit 149 Textfiguren und einer Übersichtskarte. Leipzig, Verlag von Otto Spamer, 1916. 339 S. Preis geh. 23 M., geb. 25 M.

Dies Buch, welches als Teil der von Prof. Dr. Ferd. Fischer herausgegebenen „Technische Technologie in Einzeldarstellungen" erschienen ist, kann allen, welche mit Kalisalzen zu tun haben, besonders den Chemikern und Agrikulturchemikern, warm empfohlen werden, und es wird ebenfalls den Landwirten, welche so vielfach Kalisalze benutzen, manches Interessante bieten.

Es berücksichtigt neben der wissenschaftlichen Seite der Kalisalze besonders auch die praktische Seite der Kaliindustrie, wie sich dies schon aus der folgenden Anführung der Hauptkapitel ergibt:

Die Entwicklung der Kalisalze.
Die Geologie, Mineralogie und Chemie der Kalisalzlagerstätten.
Die bergmännische Gewinnung der Kalisalze.
Die Verarbeitung der Rohsalze in der Fabrik.
Die Verwendung der Kalisalze.
Verzeichnis der Kaliwerke.
Anhang: Die konstanten Lösungen nach van t'Hoff usw.
Namen- und Sachregister.

Nachdem im ersten Kapitel die Auffindung, die Erschliessung und Ausbeutung der Kalisalze geschichtlich dargelegt und interessante Blicke auf das Kalisyndikat und seine Wirksamkeit geworfen sind, werden im zweiten Kapitel die Lagerungsverhältnisse und die Entstehungstheorien, von welchen eine ganze Reihe existieren, geschildert (ob ein Binnenmeer mit Barre oder ohne Barre das Salz geliefert hat usw.).

Es werden die Arbeiten von van t'Hoff über die Bedingungen der Abscheidung der verschiedenen Salze angeführt, es werden die Sättigungs- und Temperaturverhältnisse, unter welchen sich Carnallit, Kainit, Kieserit usw. aus den gemischten Salzlösungen abscheiden und die betreffenden Salze sich in der Vorzeit wahrscheinlich abgeschieden haben, geschildert.

Im dritten Kapitel werden die Anlage und der Bau der Schächte und Bergwerke und die hierbei stattfindenden Schwierigkeiten geschildert. Das vierte Kapitel bringt die Schicksale der Salze, welche als rohe Kali-Mineralien in die Fabriken geschafft werden und dort zu den Salzen, wie sie dann den Landwirten oder auch den sonstigen Kali benutzenden Industrien geliefert werden, sich umwandeln lassen. Es ist dies ein recht kompliziertes und lehrreiches Kapitel, welches zeigt, wie sehr durch das Zusammenarbeiten der Chemiker und Ingenieure die vorteilhafteste Darstellung von Chlorkalium, vierzigprozentigem Kalisalz, Magnesiumsalzen, ferner Brom usw. geschieht.

Schliesslich wird ein Blick auf die Schwierigkeit der Beseitigung der Abfälle und Laugen der Fabriken geworfen und u. a. (S. 300) auch der Vorschlag, diese Stoffe durch einen (kostspieligen) Kanal direkt in die Nordsee zu befördern, erwähnt.

Das Kapitel „Die Verwendung der Kalisalze" bringt Interessantes über das Kalisyndikat und über die immer mehr steigende Anwendung des Kali in allen Ländern.

Da ausserhalb Deutschlands bis jetzt kein Kalisalzlager von erheblicher Bedeutung gefunden worden ist, und da die Gewinnung von Kali aus anderen Quellen (oder auch aus dem Meere) finanziell zu teuer kommt, sind die deutschen Kalisalzlager, wie schon Liebig es gesagt hat, ein Glück für Deutschland und „ein Glück für die deutschen Landwirte".

Im folgenden Kapitel und auf einer dem Buche angehängten Landkarte sind die im Betrieb befindlichen 200 Kaliwerke Deutschlands aufgeführt.

Viele einfach aber klar ausgeführte Abbildungen und Maschinenzeichnungen erleichtern das Verständnis.

Wie der Inhalt des Buches ist auch die Ausstattung desselben zu loben.

Tollens.

Der Brotkrieg. Das deutsche Volk im Kampfe um seine Ernährung. Für Schwert und Pflug niedergeschrieben von W. J. Ruttmann. Würzburg, Verlag von Curt Kabitzsch, 1915. 96 S. Preis 1 M.

Eine kleine Schrift, welche über die Mittel, bei der durch den Krieg so gut wie unmöglich gewordenen oder sehr erschwerten Einfuhr von Nahrungsmitteln, Futter- und Düngesubstanzen genügend Getreide, Kartoffeln, Fleisch usw. für die Ernährung Deutschlands hervorzubringen, handelt.

Es werden die in Friedensjahren verbrauchten Nahrungsmittel und die bei uns fehlenden Mengen, z. B. an Weizen, welche vom Auslande eingeführt wurden, aufgeführt, und dann die Mittel erörtert, welche das ganze Volk, sowie der Einzelne und besonders die Landwirte anwenden können, um die Brotversorgung, die Fleischversorgung, die Gemüse- und Obstversorgung zu decken.

Einfache Zeichnungen geben in Gestalt von Linien verschiedener Länge die in Deutschland und Österreich sowie in den feindlichen Ländern hervorgebrachten und früher eingeführten Mengen an Getreide, Kartoffeln, Fleisch usw. an.

Ferner wird die Frage der fehlenden Düngerstoffe (Stickstoff und Phosphorsäure, während wir von Kalisalzen weit mehr als nötig besitzen) betrachtet.

Von grosser Wichtigkeit ist, dass die Hervorbringung sowie der Verkehr und Verbrauch der Nahrungsmittel, wie Brot, Kartoffeln, auch Fettstoffe usw. geregelt und der Willkür und übermässigen Gewinnsucht einzelner entzogen werden, und hierzu dienen die zahlreichen Verordnungen, welche, so lästig sie auch sein mögen, doch von guter Wirkung sind.

Die Aushungerung Deutschlands darf unseren Feinden auch in Zukunft nicht gelingen.

Tollens.

Das ABC der künstlichen Düngung nebst Nährstoff-Tabellen und 60 wichtigen Ratschlägen. Von MARTIN TESSENOW. Vossianthus-Verlag von Andreas Voss. Berlin 1915. 56 S. Preis 80 Pf., in grösseren Mengen billiger.

Eine kleine Schrift, welche in einfachster Form das Wesen der künstlichen Düngung zeigen soll.

Nach theoretischen Mitteilungen aus der Agrikulturchemie bringt es Vorschriften zur Verwendung von natürlichem und künstlichem Dünger für Feld- und Gartenkultur. TOLLENS.

Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. Von JULIUS STOKLASA und ALOIS MATOUŠEK mit drei anderen Mitarbeitern. Mit 23 Tafeln und 1 Textabbildung. Jena, G. Fischer, 1916. 231 S.

Das umfangreiche Werk des bekannten tschechischen Forschers ist einer angesehenen Familie des ursprünglich deutsch gewesenen, böhmischen Hochadels, den Fürsten Schwarzenberg, gewidmet, die sich viel um die Hebung des böhmischen Rübenbaues bemüht hat. Es enthält eine etwa zwei Dutzend Seiten umfassende Einleitung, die manches Fesselnde über Geschichte und Statistik des Rübenbaues bringt, — auffallend sind die nicht weiter hervorgehobenen, ausserordentlich hohen Rübenerträge, die Italien im Jahre 1913/14 erzielt haben will (vergl. S. 6 und 9), — aber zum wenigsten den deutschen Verhältnissen in gelegentlichen Äusserungen nicht voll gerecht wird. Denn wir haben als Ziel unseres neuzeitlichen Rübenbaues nicht die „Zuckermenge auf der Fläche" allein „zu steigern" (vergl. S. 10), sondern nicht weniger wichtig ist die Erhöhung der durch den Zuckerrübenbau gewonnenen Futtermenge, während einige andere, ebenfalls durch den Rübenbau bedingte Vorteile etwas dagegen zurücktreten. — Der weiterhin in der Einleitung folgende Abschnitt über die Mechanik der Nährstoffaufnahme und den Nährstoffverbrauch der Zuckerrübe bietet gleichfalls manche Anregung. Nur wäre zu wünschen, dass nicht (S. 13) die Ausdrücke Kation und Anion etwa im gleichen Sinne wie Säure und Base gebraucht würden. Bekanntlich ist nur durch sehr starke, elektrische Energieaufwendungen eine Trennung von Anion und Kation in grösserem Umfange möglich. Wenn wir daher lesen (S. 14/15), „das Wurzelsystem der Zuckerrübe resorbiert aus den Bodenlösungen grössere Mengen Kationen als Anionen. Diese Erscheinung ist von ungeheurer Wichtigkeit, weil dies einen Gegensatz zu den Gramineen bildet, deren Wurzelsystem vorwiegend Anionen resorbiert," so ist eine solche Angabe schon rein äusserlich zum wenigsten geeignet, in minder unterrichteten Lesern die Anschauung hervorzurufen, als wenn nun bei der Rübe ein Überschuss freier Anionen, bei den Gräsern erhebliche Mengen von freien Kationen in der Bodenlösung zurückblieben. Dass solche Ansichten aber bei physikalischen Chemikern lebhaftes Erstaunen hervorrufen könnten, ist klar. Es wäre daher wohl eine beim Leser Irrtümer ausschliessende nähere Darlegung der Verhältnisse erwünscht gewesen, falls man derartige neuzeitliche Ansichten und Ausdrücke in die Darlegung einzuführen wünschte. — Mit einer Zusammenstellung des Kaliverbrauches für die Rübenernten der

einzelnen Länder und der von ihnen bezogenen Kalimengen — es ist nur Europa berücksichtigt — schliesst die Einleitung.

Die eigentliche Abhandlung umfasst in verschiedenen, grossen Abschnitten die physiologische Bedeutung des Kalium-Ions im Organismus der Zuckerrübe.

Zunächst wird der mikrochemische Nachweis des Kalium-Ions in den Geweben der Zuckerrübe besprochen. Die Methode des Nachweises nach Maccallum sowie de Koningh, endlich ein Verfahren der Forscher selbst, das gewisse Abänderungen der zweiten Methode vorsieht, werden ebenso wie andere Fragen der Untersuchung besprochen. Gelegentliche Druckfehler seien hier erwähnt, so Macallum statt Maccallum (S. 28, 29, 30) und Chlorhydrat statt Chloralhydrat (S. 31, 33). Die nun durchgeführte Untersuchung wies unter anderem nach, dass bei Mangel an Kalium der vorhandene Vorrat zumeist in die beleuchteten Teile, besonders in die Blattspreite wandert, während etiolierte Blätter durch die geringe, in ihnen enthaltene Kaliummenge auffallen. Aus diesen und anderen Gründen wäre auf Beteiligung des Kaliums beim Auf- und Abbau der Kohlenhydrate zu schliessen.

Es folgt ein Abschnitt über den Einfluss des Kalium-Ions auf die Entwicklung der Rübenpflanze. Unter Benutzung zum Teil eigener, zum Teil fremder Versuche suchen die Verfasser die Notwendigkeit des Kaliums für die Rübe darzutun, sowohl in der Jugend, wie im Laufe ihrer Gesamtentwicklung, wobei allerdings wesentlich Neues nicht geboten wird. Bei Angabe der Versuchsdurchführung ihrer Vegetationsversuche scheinen die Forscher — allerdings nur indirekt — anzugeben, dass sie den Wassergehalt in ihren Gefässen nicht durch Auswiegen geregelt haben. Es heisst nämlich: „Dieser nach aufwärts gerichtete Röhrenteil diente gewissermassen als Wasserstandsrohr. Im Fall nämlich sich im Vegetationsgefässe ein Überschuss an Wasser zeigte, wurde dasselbe abgelassen, die Flüssigkeit jedoch abermals zum Begiessen benutzt“ (und so weiter, der Satz ist etwas gekürzt) (S. 54). Mir scheint hieraus doch hervorzugehen, dass die Wassergabe nicht regelmässig an der Hand der Wage verabfolgt wurde, denn wie sollte sonst ein Wasserstandsrohr und das Ablassen eines Überschusses an Wasser erforderlich sein?

Im Abschnitt 3 stellen die Forscher fest, dass die Anhäufung des Zuckers in der Rübenwurzel nicht von dem Gewichte der Blätter, sondern von dem Chlorophyllgehalte des Gewebes abhängt, was ja mit den neuesten Arbeiten von R. Willstätter (Bericht der Deutschen Chem. Gesellschaft Bd. 48, 1915, S. 1540) nicht gut übereinstimmt. Gleichzeitig wurde eine merkbare Abhängigkeit der Assimilation von den verfügbaren Kalimengen ermittelt.

Abschnitt 4 behandelt die Bedeutung des Kalium-Ions bei der Photosynthese. Zunächst wird ein grösserer Überblick über frühere Arbeiten anderer Forscher, wie eigene, gegeben, dann folgen neue Versuche, die offenbar einen Hauptteil des Buches bilden. Es ist ein grösseres Beobachtungsmaterial über die Synthese von Kohlenhydraten aus Kohlendioxyd und Wasser bezw. Wasserstoff unter dem Einfluss des ultravioletten Lichtes gewonnen worden, und durch weitere Untersuchungen ergänzt. Auch Auseinandersetzungen mit anderen Forschern finden sich vor. Ein näheres Eingehen auf diese Fragen ist erklärlicherweise im Rahmen einer kurzen Besprechung nicht wohl möglich, zudem überhaupt nur für einen auf gleichem Sondergebiete experimentell arbeitenden Wissenschaftler ohne weiteres leicht ausführbar. Hier mag erwähnt sein, dass wieder dem Kalium und seinen Verbindungen eine besondere Rolle zugewiesen wird. Das Gleiche finden Stoklasa und

Matoušek für die Eiweissbildung, die nun in Abschnitt 5 und 6 behandelt und unter Heranziehung fremder wie eigener Versuche besprochen wird. Dabei ergibt sich, dass für diesen wichtigen Lebensvorgang in der Pflanze das Kalium-Ion nur im Dunkeln notwendig ist, nicht dagegen im Lichte. „Bei vollem Ausschluss des Lichtes kommt erst das Kalium-Ion als Energiequelle recht zur Geltung, und bewirkt den nötigen Abbau der Kohlenhydrate durch die Atmungsenzyme." — Der Ausdruck „kommt als Energiequelle zur Geltung" will mir übrigens hier als nicht gerade glücklich gewählt erscheinen. Es soll wohl dem Sinne nach eher heissen, dass das Kalium-Ion Energiequellen zu erschliessen vermag? (S. 161).

Abschnitt 7 bringt Literatur und Versuche dafür, dass das Kalium-Ion für den Atmungsvorgang sehr wichtig bezw. unentbehrlich ist.

Im achten und neunten Teile, an die sich in Form einer Notiz ein zehnter anschliesst, wird die Aufnahme des Kalium-Ions in seinen Beziehungen zum Natrium-Ion bei der Zuckerrübe behandelt, und zwar wesentlich hinsichtlich etwaiger antagonistischer Wirkungen. Die aus einer Reihe von Versuchen gezogenen Schlüsse sind insofern nicht auf ihre volle Bedeutung nachzuprüfen, als leider stets nur die Durchschnittsergebnisse der in je fünf Gefässen mit einer Rübe erzielten Ernten angegeben sind. Man kann sich somit kein Bild über die bei Rüben, wie bekannt, meist sehr erheblichen Schwankungen im Ertrage gleich behandelter Gefässe machen.

Ferner fällt mir auf, dass ein aus Sand mit 20 % feingesiebtem Torf zusammengesetzter Boden nur 20 % Wasser (offenbar doch Gewichtsprozente) erhielt (S. 178 und 179). Bei einer anderen Versuchsreihe wurde dagegen nur feiner Elbesand verwendet (S. 200), und ihm ein Gehalt von 25 % Wasser zugemessen! Endlich kam wieder in einem weiteren Versuche ein Gemisch von 62 % fein durchgesiebtem Sand und 38 % Torf zur Verwendung, das anscheinend ebenfalls nur 20 % Wasser erhielt, denn es wird nichts über die Wassergabe mitgeteilt, als allgemein: „Die ganze Anordnung der Versuche war dieselbe, wie in den vorerwähnten Fällen" (S. 196). In allen drei vorhergehenden Versuchsreihen war aber 20 % Wasser im Boden vorhanden gewesen! Aus diesen, wie z. T. auch aus schon erwähnten Umständen kann ich Zweifel darüber nicht unterdrücken, ob der so sehr wichtigen Wasserversorgung der Pflanzen bei den Versuchen unserer Forscher immer die notwendige Beachtung zuteil geworden ist. —

Sicherlich ist in dem von Stoklasa und seinen Mitarbeitern verfassten Buche mit ausserordentlichem Fleiss ein wichtiges Gebiet unserer Pflanzenernährung behandelt, und es ist mit Geschick versucht worden, die bekannte Bedeutung des Kalis für die Zuckerrübe nach unseren heutigen Kenntnissen darzulegen und zu erklären. Es würde gewiss nicht den Anschauungen der Forscher selbst entsprechen, wenn man glauben wollte, dass nunmehr dies Gebiet der Agrikulturchemie abgeschlossen vor uns läge und weiterer Arbeit nicht bedürfe. Sie selbst werden, ebenso wie wir, hoffen, dass ihr Buch zu neuen Untersuchungen anregen, erneute Prüfung und Durcharbeitung bald dieser, bald jener Einzelheiten bedingen, und so selbst, wie auch durch seinen Einfluss auf andere Forscher, zu immer weiterer Klarheit über die in ihm behandelten, grundlegenden Vorgänge führen wird. — Die Ausstattung des Buches durch Tafeln ist eine sehr ansprechende und gute.

Paul Ehrenberg-Göttingen.

Stärkewert oder Kraftwert?

Von

Dr. H. SÜCHTING,

Professor an der Königl. Forstakademie Münden.

Bei einer Gelegenheit, bei der ich die Haupttatsachen der Tierernährungslehre einem wissenschaftlich nicht durchgebildeten Leserkreis klar machen musste, fiel es mir auf, dass der Begriff des Stärkewertes, den KELLNER eingeführt hat, wissenschaftlich betrachtet, nicht sehr glücklich gewählt erscheinen muss. Da ich gleichzeitig einen wesentlich besseren Begriff fand, der wohl auch die Zustimmung der Fachkollegen finden dürfte, nehme ich heute hier Gelegenheit, meine Ansichten über diese rein akademische Frage näher zu entwickeln.

Um den Leser gleich in medias res zu bringen, schicke ich meinen Vorschlag voraus. Ich schlage vor, den Begriff Stärkewert fallen zu lassen und dafür die Futtermittel unter Berücksichtigung ihrer Wertigkeit mit dem ihnen innewohnenden, physiologisch nutzbaren Kraftinhalt auf der Grundlage des Gesetzes von der isodynamen Vertretbarkeit der Nährstoffe zu messen und vergleichend zu bewerten. Weiterhin mache ich den Vorschlag, mit Einheiten von 1000 Kal. zu rechnen und eine Einheit mit der Benennung „Kellnerwert" zu belegen. Zur Begründung dieser Vorschläge diene nun folgendes:

Wie bekannt, rechnet man bis heute zwar durchaus nicht allgemein aber doch schon recht viel für eine vergleichende Bewertung der Futtermittel mit Stärkewerten. KELLNER,[1]) der diesen Maſsstab eingeführt hat, sagt zur Erläuterung und Be-

[1]) KELLNER, Die Ernährung der landw. Nutztiere. 6. Auflage, S. 404.

gründung, man müsse so tun, als ob in dem Futtermittel nur Stärke vorhanden sei. Da wir den Vergleichswert der anderen Nährstoffe zur Stärke kennen, so können wir natürlich alle anderen Nährstoffe, also Eiweiss, Fette, stickstofffreie Extraktstoffe, Rohfaser auf Stärke umrechnen und in Stärkewert ausdrücken. Durch diese Umrechnung erhalten wir die sogen. „Stärkewerte", wenn die Wertigkeit des Futtermittels nach KELLNER dabei rechnungsmässig berücksichtigt wird. Zur Begründung dieser ganzen Massnahme betont KELLNER, dass man zwar auch, wie ich jetzt vorschlage, mit dem Kraftinhalt rechnen könne, dass man dabei aber sehr grosse Zahlen erhalte, die unhandlich seien. Deshalb sei die Umrechnung auf Stärke nach dem für die Nährstoffe abgeleiteten Wertsverhältnis sehr zweckmässig. Dieses Wertsverhältnis kann man dabei ja ziemlich gleichmässig aus dem physiologischen Wärmewert oder dem Fettbildungsvermögen[1]) zu etwa 1 : 2.2 : 1 bezw. nach dem Fettbildungsvermögen zu 0.94 : 2.2 : 1 für das Verhältnis von Eiweiss zu Fett zu Kohlehydraten errechnen.

Bei dieser Berechnungsweise hat KELLNER offenbar auch im Auge gehabt, dass die Landwirtschaft bereits mit ähnlichen Werten zu rechnen gewohnt ist. Wir kennen bereits einen Heu- und auch einen Roggenwert, die bei Rechnungen landwirtschaftlicher Art früher gebräuchlich waren, heute jedoch bei weitem nicht mehr die gleiche Rolle spielen. Man muss sich aber klar machen, dass zwischen dem Stärkewert und den eben aufgeführten Vergleichswerten ein grosser Unterschied klafft. Heuwert und Roggenwert sind Vergleichswerte wirtschaftlicher Natur. Der Stärkewert dagegen ist nicht in dieser Weise als wirtschaftlicher Wertmesser zu betrachten. Er ist vielmehr für sich allein rein naturwissenschaftlicher, d. h. physiologischer Art. Es ist nicht möglich, den wirtschaftlichen Wert eines Futtermittels in Stärkewert auszudrücken, einfach schon deshalb, weil das Eiweiss und der diätetische Wert, der Düngerwert und der Nährsalzwert dabei zu kurz kommen und ihrem Wert ent-

[1]) Fettbildungsvermögen ist eigentlich ein falscher Ausdruck. Fett kann der tierische Organismus immer aus den in der Nahrung aufgenommenen Bestandteilen der Fette oder auch aus Eiweiss, stickstofffreien Extraktstoffen oder Rohfaser bilden. Gemeint ist hier Fetterzeugungsvermögen, d. h. das Vermögen, Fette im Körper in bestimmtem Umfange aus den Nährstoffen zu erzeugen und abzulagern.

sprechend zu niedrig oder garnicht eingeschätzt sind. So hat demnach der Begriff des Stärkewerts nicht den rein äusserlichen Vorzug für sich, ein Vergleichswert ähnlich wie die schon bestehenden Werte Heu- oder Roggenwert zu sein.

Um nun die rein äusserlichen Gründe für und wider noch weiter zu erläutern, muss betont werden, dass KELLNERS Angabe, man erhalte bei Bewertung nach dem Kraftinhalt in Kalorien zu grosse Zahlen, einmal, bei richtiger Rechnungsweise, nicht so sehr ins Gewicht fällt, zweitens aber auch leicht vereinfacht werden kann. KELLNER gibt, offenbar unter Nichtbeachtung der wahren Fehlergrenzen, den Stärkewert der Futtermittel auf 0.1 kg für 100 kg genau an. Bei dieser Rechnungsweise allerdings werden die Zahlenangaben nach dem Kraftinhalt in Kalorien reichlich unhandlich. Aber wir müssen uns doch darüber klar sein, dass eine solche Genauigkeit bei der Wertfeststellung übertrieben ist. Der Stärkewert der Futtermittel schwankt sehr erheblich aus natürlichen und künstlichen Ursachen, bei denen die Witterung während des Wachstums der Pflanzen und während der Ernte (bei der Heugewinnung z. B.), ferner die Düngung und Bodenverhältnisse (bezüglich Eiweissgehalt) als wesentliche natürliche, die Zeit der Ernte (Alter der Pflanzen bei der Heugewinnung), die Zeitdauer der Lagerung (bei Kartoffeln und Wurzelfrüchten vornehmlich) sowie nicht immer lobenswerte Mischungsmassnahmen der Menschen als künstliche Ursachen für diese starke Schwankung im Gehalt an Nährstoffen der Futtermittel verantwortlich zu machen sind. Demnach schwankt bezüglich des Stärkewerts die Zusammensetzung der Futterstoffe bei den Futtermitteln mit grösster Gleichförmigkeit in der Zusammensetzung um 10 %, bei solchen mit sehr schwankender Zusammensetzung bis 100 %. Es leuchtet ohne weiteres ein, dass bei derartigen, natürlich vorkommenden Schwankungen die Stellen hinter dem Komma bei der Berechnung des Stärkewertes völlig zu vernachlässigen sind. Beachtet man dies, so ergibt sich, dass die Schwierigkeit der Berechnung des Wertes in Kalorien damit beseitigt ist. Wir können nämlich sehr schön in Einheiten von 1000 Kal. rechnen, und haben damit immer noch eine Genauigkeit, die schon übertrieben ist. Denn 1000 Kal. entsprechen dem Kraftinhalt von 0.25 kg Stärke. Wir würden also mit solchen Einheiten von 1000 Kal. entsprechend auf 0.25 kg genau den Stärkewert zum Ausdruck bringen.

Dieses Verfahren, nach dem Kraftinhalt in dieser Weise den Wert der Futterstoffe zu bestimmen, erscheint mir wesentlich zweckmässiger und einfacher, zudem aus den nun zu besprechenden, inneren Gründen wissenschaftlich wesentlich besser zu sein, als das der Umrechnung auf Stärkewert. Machen wir uns hierbei doch einmal klar, dass eine Umrechnung auf Stärkewert ganz offenbar ein Über- das Ziel -hinausschiessen bedeutet. Denn für eine solche Umrechnung brauchen wir zunächst das Wertverhältnis der Nährstoffe ihrem Kraftinhalt nach. Damit haben wir ja schon ein ausgezeichnetes Mafs, mit dem wir alle Nährstoffe messen können. Errechnen wir mit Hilfe dieser Mafse die Stärkewerte, so gestalten wir die Rechnung dadurch nur verwickelter. Vom Wesentlichen, dem Kraftinhalt ausgehend, kommen wir wieder zu etwas ganz Unwesentlichem, dem Stärkewert. Es erscheint geradezu als eine Versündigung gegen den Geist der Wissenschaftlichkeit, wenn wir, im Besitze des Gesetzes der Isodynamie, dieses nur noch höchst versteckt und mit Hilfe einer völlig unnötigen Umrechnung in den Stärkewerten erscheinen lassen.

Physiologisch ist mein Vorschlag, nach dem Kraftinhalt und den Einheiten von 1000 Kal. zu rechnen, weit besser begründet. Es wird oft Gelegenheit genommen, den lebendigen Organismus mit einem Ofen oder auch mit einer Dampfmaschine zu vergleichen. Die weitgehenden Ähnlichkeiten, die vorhanden sind, können sich auch ohne weiteres auf die Bewertung der Nahrung, mithin der Futtermittel, erstrecken. Denn die Heizstoffe für eine Maschine, d. h. also die Nahrung für sie, bemessen wir schon lange nach dem Kraftinhalt, ausgedrückt in grossen Kalorien. Wir nennen diesen Wert den Heizwert. Für die Technik mit ihrem besser geschulten Denken kommt aber garnicht in Frage, hier etwa einen Vergleichswert einzuführen, der dem Stärkewert entsprechen würde. Man müsste in solchem Falle geradezu den Wert der verschiedenen Heizstoffe etwa auf den Heizwert des Anthrazits oder der Braunkohle oder auch des Torfes umrechnen und in dieser Weise den Wert aller Heizstoffe in Torf- oder Anthrazitwert ausdrücken.

Unsere Wissenschaft zeigt seit langer Zeit, dass sie mit jeder anderen an Leistungen durchaus wetteifern kann. Warum sollen wir da derartige, heute veraltete, unwissenschaftliche Begriffe weiter benutzen? Vom wissenschaftlichen und auch

praktischen Standpunkt aus ist es weiter auch nicht zu verstehen, wenn man als Wertmesser einen Nährstoff wählt, nämlich die Stärke, die in den zu bewertenden Futtermitteln oft überhaupt garnicht vorhanden ist, wie das z. B. bei den tierischen Futterstoffen der Fall ist.

Die ganze Bedeutung der Nährstoffe in den Futtermitteln und ihre Verwertung durch das Tier zeigen uns ferner nun doch, dass das, was das Tier aus den Stoffen schöpft, die Kraft ist. Wir können deshalb ohne weiteres diese Kraft als Mafs nehmen, noch dazu, da das Gesetz der Isodynamie uns eine wunderbare Unterlage dafür gibt. Das Tier braucht doch tatsächlich aus den Fetten, den Kohlehydraten und zu einem erheblichen Teil auch aus dem Eiweiss sowie allen sonst aufgenommenen organischen Stoffen die Kraft, die in diesen Stoffen als chemische Spannkraft aufgehäuft und zu einem wechselnden Anteil physiologisch nutzbar ist. Nur zu einem geringen Teil werden diese Nährstoffe unmittelbar in Körpersubstanz umgewandelt. Das ist einmal der Fall, wenn Fleisch aus Eiweiss gebildet wird. Schon diese Verwertung des Eiweiss der Nahrung können wir nicht in die Formel des Stärkewertes hineinpressen. Ausserdem wird nur noch bei der Mästung aus den Nährstoffen unmittelbar Körpersubstanz in Form von Fett gebildet. Diese Fetterzeugung im Organismus aus den Nährstoffen des Futtermittels, die nebenbei auch wieder durchaus als Kraftspeicherung zu betrachten ist, wird aber oft viel zu sehr in den Vordergrund geschoben. Sie ist aber doch immer nur eine Art der Ausnutzung der Nahrung durch das Tier, noch dazu eine, bei der entweder gleichzeitig oder zeitlich vorhergehend, zunächst erst einmal Eiweiss als Fleisch gebildet sein muss, damit an diesen Fleischgeweben und in ihnen das Fett abgelagert werden kann. Ausserdem ist aber auch bei der Fettbildung, wie bekannt ist, die Ausnutzung der Nährstoffe des Futtermittels nicht derart, dass die gesamte Nahrung in Fett umgesetzt wird. Vielmehr wird etwa die Hälfte der assimilierten Nahrung bei der Fetterzeugung immer noch für Kraftleistungen und sonstige Betätigung des Stoffwechsels des Tieres verbraucht. Wir sehen also, dass die unmittelbare Erzeugung von Körpersubstanz, die praktisch uns besonders wichtig erscheint, physiologisch betrachtet, einmal eine Kraftspeicherung ist und ferner immer begleitet ist von Kraftäusserungen, sei es in Form von

Wärme, mechanischer Arbeit oder sonstigen physiologischen Vorgängen.

Diesem einen Fall der Fettbildung stehen nun weiter alle jene physiologischen Vorgänge gegenüber, die weitaus in der Mehrzahl sind, bei denen die zugeführten Nährstoffe mit Ausnahme des Eiweiss überhaupt nicht in Körpersubstanz umgewandelt, sondern fast restlos als Kraftlieferer verbraucht werden. Diese Art des Verbrauchs der Nährstoffe durch das Tier ist sogar die gewöhnliche. Sie ist bei allen wachsenden Tieren, und bei allen ausgewachsenen Tieren, soweit sie Arbeit leisten oder sonst Erzeugnisse liefern, also auch nicht gemästet werden, die normale Verarbeitung der Nährstoffe.

Angesichts aller dieser Tatsachen, dass ganz überwiegend die Nährstoffe als Kraftlieferer vom tierischen Organismus benutzt werden, muss es nicht zweckmässig erscheinen, in willkürlicher, über das Ziel hinausschiessender Weise mit Stärkewerten zu rechnen. Vielmehr ist die Rechnung mit Kraftwerten allein wissenschaftlich begründet. Dem Geist der Wissenschaft wird sicher am besten Gerechtigkeit widerfahren, wenn wir unmittelbar mit dem rechnen, was wirklich in den Stoffen steckt und auch vom Tier aus ihnen herausgeholt wird. Eine solche Bewertung der Futtermittel nach dem Kraftinhalt muss ausserdem auch beim methodischen Lehren und auch Lernen dem Anfänger die ganze Sache am leichtesten verständlich machen und auch in dieser Hinsicht als die beste erscheinen.

Der Wert der verdaulichen, d. h. vom Tier ausnutzbaren Nährstoffe würde hiernach also in Krafteinheiten der Wärme, d. h. in grossen Kalorien ausgedrückt. Hier schlage ich nun weiter vor, für die Einheit von 1000 Kal. den Begriff „Kellnerwert" einzusetzen. Einmal erreichen wir damit, dass die Zahlen äusserst vereinfacht werden. Zweitens würdigen wir aber auch in dieser Weise die ausserordentlich grossen Verdienste KELLNERS um die Sache durchaus angemessen. Wir verfahren dabei nach einem in der Wissenschaft längst bekannten Brauch. Haben wir doch in der Wissenschaft sehr viele Begriffe, die zu Ehren des Entdeckers oder hauptsächlichsten Bearbeiters des betr. Gebietes benannt sind. Ich erinnere an die Röntgenstrahlen, sowie an die vielerlei sonstigen Begriffe der Physik und Chemie wie Volt, Ampère, Watt usw. Es erscheint mir daher angemessen, auch in der Agrikulturchemie in dieser Weise, wenn sich die Möglichkeit dazu bietet, unsere grossen Pioniere zu ehren.

Nach diesem physiologisch am besten begründeten Verfahren zur Bewertung der Nährstoffe in den Futtermitteln können wir also 1 kg Stärke gleich 4 Kellnerwert setzen, da 1 kg Stärke einen physiologischen Kraftinhalt von rund 4000 Kal. hat. Ebenso entspricht 1 kg Eiweiss in dieser Hinsicht 4 Kellnerwert und 1 kg Fett rund 9 Kellnerwert. Auch hier halte ich es für verfehlt, mit den ganz genauen und deshalb geradezu wieder ungenauen Zahlen zu arbeiten, die in der Literatur angegeben sind. Es spielt keine Rolle, ob ich für 1 kg Eiweiss einen Wert von 4000 oder einen von diesem Wert um einige 100 Kal. nach unten oder oben abweichenden Wert einsetze. Das Gleiche gilt auch für die Bewertung der Stärke und des Fetts in grossen Kalorien. Die mancherlei Fehlerquellen, die wirksam verhindern, den physiologisch nutzbaren Kraftinhalt der einzelnen Nährstoffe in den Futtermitteln ganz genau anzugeben, müssen uns auch hier unbedingt veranlassen, den wirklich bestehenden Tatsachen Rechnung zu tragen und alles ungenaue Beiwerk in den Zahlen zu vermeiden. Für alle Rechnungen des praktischen Bedürfnisses genügt es vollauf, wenn wir in der Weise abrunden, wie ich es eben bei Feststellung des Kellnerwertes der einzelnen Nährstoffe getan habe.

In dieser Weise berechnet sich für einen Weizen mit 9 % Reineiweiss, 1 % Fett und 64 % stickstofffreien Extraktstoffen und Rohfaser, alles in verdaulicher Form, für 100 kg:

9 kg Eiweiss sind gleich 36 Kellnerwert,
1 „ Fett ist gleich 9 Kellnerwert,
64 „ stickstofffreie Extraktstoffe sind gleich 256 Kellnerwert.

Das gibt zusammen 301 Kellnerwert (oder rund 300 Kellnerwert). Unser Weizen hat also, vorläufig ohne Berücksichtigung der Wertigkeit, einen physiologischen Futterwert für die Kraftzwecke des Tieres von 300 Kellnerwert. Da 1 Kellnerwert gleich 1000 Kal. ist, so steckt in dem Weizen für den Doppelzentner eine verfügbare Kraft von 300000 Kal. Diese Rechnungsweise erscheint mir klar, einfach und äusserst leicht verständlich.

Endlich wäre noch im Zusammenhang die Wertigkeit bei dieser Berechnungsweise zu berücksichtigen. Bekanntlich ist die Wertigkeit der Futtermittel in dem Stärkewert Kellners enthalten. Es erhebt sich die Frage, ob es zweckmässig ist, die Wertigkeit in dieser Weise in den Kellnerwert hineinzunehmen.

Dagegen spricht, dass die Wertigkeit eines Futtermittels eine verschiedene, zumal bei dem gleichen Futtermittel bei Verfütterung an verschiedene Tiergattungen aus physiologischen Gründen schwankende ist. Dafür spricht, dass man nur mit einem einzigen Wert zu tun hat, wenn man die Wertigkeit in den Kellnerwert hineinnimmt. Da zudem der Begriff der Wertigkeit auch von Kellner herrührt, so ist es auch deshalb ganz einleuchtend, wenn wir den physiologischen Nutzwert mit der Wertigkeit zusammen im Kellnerwert zum Ausdruck bringen.

Bei unserem Beispiel würden demnach bei einer Wertigkeit von 95 (d. h. 95 %) 100 kg Weizen $300 \times {}^{95}/_{100} = 285$ Kellnerwert haben.

Sollten neue Untersuchungen zeigen, dass die Wertigkeit der Futtermittel für verschiedene Tiergattungen stark verschieden ist, so ist es ohne weiteres möglich, für jedes Futtermittel den „spezifischen Kellnerwert" für jede Tiergattung, also z. B. den Kellnerwert für Wiederkäuer, Pferde, Schweine, Vögel (und Menschen) festzustellen.

Arbeit aus dem agrikultur-chemischen Laboratorium (beim landw. Institut) der Universität Giessen.

Zur Frage der Sicherung und Steigerung unserer Kartoffelernte.

Von

PH. WEBER, Assistent, und Prof. Dr. KLEBERGER, Referent.

Die Gestaltung der Volksernährung während der Kriegszeit und auch in der anschliessenden Friedenszeit legt unserer deutschen Volks- und Landwirtschaft die Aufgabe auf, alles aufzubieten, um unsere Kartoffelernte zu sichern und zu erhöhen.

Die wichtigste Aufgabe fällt hierbei neben der richtigen Sorten-Auswahl der zweckmässigen und den Aufgaben entsprechend bemessenen Düngung zu, der die weiteren Ausführungen gewidmet sein sollen.

Der Gedanke, der den folgenden Versuchen zugrunde lag, lautete wie folgt: „Es ist zu prüfen, wie sich auf Sand-, Lehm- und Tonböden die Kartoffel- und Stärkeerträge gestalten, wenn bei einer mässigen Kali- und Phosphordüngung eine mittlere Stickstoffdüngung, bestehend aus schwefelsaurem Ammoniak, Kalkstickstoff, salpetersaurem Ammoniak oder Jauche, gegeben wird."

Die Düngung lautet gleichmässig bei allen Versuchen und zwar wurden pro Hektar: 8 Ztr. Thomasmehl, 4 Ztr. 40 %iges Kalisalz, 4 Ztr. schwefelsaures Ammoniak oder 4 Ztr. Kalkstickstoff oder 2 Ztr. salpetersaures Ammoniak oder 3200 l Jauche verabreicht.

Bei der Versuchsanlage wurde zunächst das Düngerbedürfnis der Böden hinsichtlich Stickstoff, Kali und Phosphorsäure geprüft (Parz. 1—5), sodann der Frage der Wirkung des Stick-

stoffes in den Handelsdüngern und in der Jauche näher getreten. Die Verwendung aller Dünger, mit Ausnahme des salpetersauren Ammoniaks, geschah ca. 14 Tage vor der Saat. Die Jauche wurde in 2 Gaben ca. 8 und 14 Tage vor der Saat ausgefahren. Die Jauche wurde als gemischte Pferde- und Rinderjauche gewonnen und durch Auflegung einer Schicht Rohöl in der Jauchegrube konserviert. — Der Stickstoffgehalt schwankte zwischen 3—4 ‰, der Kaligehalt zwischen 2.5—3 ‰.

Das salpetersaure Ammoniak wurde als Kopfdünger $^1/_2$ beim Erscheinen der jungen Pflanzen, $^1/_2$ ca. 14 Tage später verabfolgt. Alle Düngemittel wurden vor der Bestellung durch die Egge, nach der Bestellung durch die Hacke untergebracht.

Die zum Versuche herangezogenen Böden waren: 1. In Frau-Rombach ein aus Buntsandsteinverwitterung hervorgegangener, schwachlehmiger Sandboden von geringem Kalk- und Kaligehalt in ca. 180 m Meereshöhe. Sein Kulturzustand ist gering. — 2. In Griedel ein dilluvialer Schotterboden von schwachlehmiger Beschaffenheit mit geringem Kalk- und Kaligehalt in ca. 70 m Meereshöhe, zum Wetterthal gehörig. — 3 und 4. In Ostheim und Gettenau ein tertiärer Blocklehm von hohem Kalkgehalt (über 0.5 %) und befriedigendem Kaligehalt in Höhe von ca. 100 m über dem Meere. — 5 und 6. Endlich in Alten-Buseck und Dorf Gill ein schwerer bis toniger Basaltverwitterungsboden von mittlerem Kalkgehalt (unter 0.25 %) und gutem Kaligehalt in Höhe von 80—100 m über dem Meere. Die Böden 2—6 sind in durchschnittlich gutem, altem Kulturzustande. — Die spannfähigen bäuerlichen Betriebe, in denen die sämtlichen Versuche durchgeführt wurden, können alle als arbeitsintensive Betriebe gelten, besonders soweit die Handarbeit in Frage kommt.

Die Bestellung des Feldes erfolgte allenthalben etwa Mitte April, die Düngung Ende April, das Auslegen der Kartoffeln Anfang (7.—11. Mai.) — Die verwandte Sorte war Industrie 1. Absaat, bezogen aus einer hessischen Saatbaustelle. — Die Kartoffeln wurden in die mittelst des Markierpfluges gezogenen Furchen auf 30 × 50 cm ausgelegt und dann mittelst des Häufelpfluges auf etwa 8 cm zugestrichen. Die Bearbeitung bestand aus 3maligem Hacken und 2maligem Anhäufeln.

Die Entwicklung war im wesentlichen normal, nur litten die Sandböden und unter ihnen besonders der durchlässige Schotterboden in Griedel unter der exorbitanten Dürre des Sommers

1915, die die Regenmenge im Versuchsgebiet von 650 mm normal auf 440 mm zurückgehen liess. — Der im Vorgebirgsklima des Vogelbergs liegende Versuch 1, in Frau-Rombach, hatte wenigstens im Mai noch einige Niederschläge und zeigte sich daher viel weniger in Mitleidenschaft gezogen.

Die Erträge der milden Lehmböden (3 und 4) können nach Angabe der Versuchsansteller auf Grund des anormalen Wetters um mindestens 10 % herabgesetzt gelten. Die schweren Böden dagegen (Vers. 5 und 6), die in feuchten Jahren nicht eigentlich mehr als gutes Kartoffelland gelten können, lieferten auf Grund ihres grossen Wasserfassungsvermögens und ihres grösseren Widerstandes gegen Trockenheit im laufenden Jahre recht eigentlich ihre Höchsterträge, wie dies aus den weiter unten mitgeteilten Zahlen für die absoluten Erträge ohne weiteres ersichtlich ist.

Betrachten wir unter Würdigung des Vorbesprochenen die Ergebnisse, wie sie uns aus den Zahlen der beigefügten Übersicht entgegentreten, so finden wir, dass sie ein recht interessantes Material darstellen. — So beträgt die Ernte auf den Sandböden ohne Düngung nur etwa 60 % des Ertrages der Volldüngung mit schwefelsaurem Ammoniak. — Die Kaliphosphatdüngung ohne Stickstoff kann diesen Ertrag um ca. 10 %, also bis auf etwa 70 % der Volldüngung steigern. — Bei fehlendem Kaligehalt der Düngung (also Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung) (vergl. Parz. 3) beträgt der Ertrag etwa 69 %, bei fehlender Phosphorsäure in der Düngung (vergl. Parz. 4) ebenfalls ca. 69 % des Ertrages der Volldüngung. —

Es zeigt sich hier auf dem Buntsandsteinboden ein grösseres Kali-, auf dem Schotterboden ein grösseres Phosphorsäurebedürfnis. Inwieweit das starke Hervortreten des Phosphorsäuremangels mit der Trockenheit zusammenhängt, lässt sich klar nicht nachweisen. — Auf jeden Fall ist auf beiden Bodenarten ohne eine genügende Kaliphosphatdüngung ein befriedigender Kartoffelertrag nicht zu erzielen.

Bei den Lehmböden (3 und 4) tritt die grössere natürliche Fruchtbarkeit wohl auf Grund der Trockenheit beim Ertrage der ungedüngten Parzelle nicht in die Erscheinung, da der Ertrag der Parzelle 1, bezogen auf den Ertrag der Volldüngungsparzelle mit Ammoniak, auch hier nur ca. 62 % beträgt. Bei fehlendem Stickstoff in der Düngung kann auch hier (vergl.

Parz. 2) der Ertrag durch eine Kaliphosphatdüngung nur auf etwa 70 % der Volldüngung gebracht werden. — Kalimangel in der Düngung (vergl. Parz. 3) lässt nur Erträge von 80 %, Phosphorsäuremangel nur Erträge von 81 % der Volldüngung zu. — Es tritt also hier der Stickstoffmangel (eine gerade auf den hochertragreichen Lehmböden allbekannte Erscheinung) viel schärfer zutage als der Kali- und Phosphorsäuremangel, letzterer scheint beim Boden 4 etwas grösser als beim Boden 3.

Bei den schweren Böden (Vers. 5 und 6) ist der Ertrag der ungedüngten Parzelle sogar nur etwa 51 % des Ertrages der Volldüngungsparzelle mit Ammoniak, die Volldüngung könnte also hier sogar den Ertrag nahezu verdoppeln.

Bei Stickstoffmangel in der Düngung (vergl. Parz. 2) beträgt die Ertragssteigerung nur ca. 10 %, bei Kalimangel in der Düngung 19 %, bei Phosphorsäuremangel ca. 21 %, so dass bei Volldüngung ohne Stickstoff etwa 60 %, bei Volldüngung ohne Kali etwa 69 %, bei Volldüngung ohne Phosphorsäure etwa 71 % der Volldüngung mit Ammoniak geerntet wurden. — Der Kali- und Phosphorsäuremangel tritt also hier schon wieder viel deutlicher gegenüber dem Stickstoffmangel in die Erscheinung als wie auf den Lehmböden. —

Die Versuche beweisen demnach klar und einwandfrei, dass ohne eine genügende Kali- und Phosphatdüngung, ganz besonders auf sandigen und tonigen Böden, befriedigende Kartoffelerträge nicht zu erzielen sind, und dass volle Ernten nur eine genügende Stickstoffgabe, besonders auf Lehmböden, gesichert werden können.

Die Form dieser Stickstoffgabe kann verschieden sein. Ihre höchste Wirksamkeit erreicht sie jedoch, wie alle Versuche einwandfrei dartun, und wie früher schon überzeugend von LEMMERMANN,[1]) WOHLTMANN,[2]) SCHNEIDEWIND[3]) u. a. nachgewiesen wurde, wenn der Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak verabreicht wird. Dem schwefelsauren Ammoniak steht der Kalkstickstoff in seiner Wirkung nahe. Setzt man die des Ammoniaks = 100, so beträgt die Wirkung des Kalkstickstoffes auf dem Sande 92 %, auf dem Lehm 93 %, auf dem

[1]) Vergl. Illustrierte landw. Zeitung 1909, S. 274 ff.
[2]) Vergl. D. landw. Presse 1900, S. 135.
[3]) Vergl. Landw. Jahrbücher 1910, Ergänzungsband III.

schweren Boden 94 %, wobei allerdings gerade im letzten Falle darauf hinzuweisen ist, dass 94 die Mittelzahl aus 91 und 98 ist, so dass diese hohe Wirkung auf dem schweren Boden nicht allenthalben sicher ist.

Die Wirkung des salpetersauren Ammoniaks kann auf Grund unserer Versuche noch nicht als einwandfrei sichergestellt gelten. Sie war auf dem Sande und schweren Boden 95 % der des schwefelsauren Ammoniaks, auf dem milden Lehm ca. 90 %. Zu erklären sind diese merkwürdigen Ergebnisse durch den Gesundheitszustand der Kartoffeln, der gerade durch das salpetersaure Ammoniak sehr ungünstig beeinflusst worden war. Die Zahl der kranken Knollen schwankte auf den Parzellen 8 beim Lehm zwischen 10—17 %, beim schweren Boden und Sande zwischen 4—6 %, während auf den anderen Parzellen Krankheit kaum vorkam. — Vielleicht hat hier auch die Ende Juli eintretende Feuchtigkeit bestimmend mitgewirkt, auf jeden Fall verdient die Erscheinung selbst alle Beachtung. —

Ganz besondere Aufmerksamkeit muss dem hier in Vergleich gestellten selbsterzeugten (Wirtschafts)-Dünger, der Jauche, zugewendet werden. Ihre Wirkung war, bezogen auf die des Ammoniaks, auf dem Sand und Lehm etwa gleich 87 %, auf dem schweren Boden stand sie dem des Kalkstickstoffes nahe und betrug sogar 95 %, wobei allerdings ohne weiteres anzunehmen ist, dass ein Teil dieser Wirkung als Kaliwirkung aufzufassen ist, da die Kartoffel, wie Schneidewind[1]) nachwies, das organische Kali besonders gern und gut aufnimmt.

Die stärkere Wirkung auf dem schweren Boden ist sicher zum Teil auch auf die humusbildende Wirkung der Jauche zurückzuführen, die dann ihrerseits die biologischen Verhältnisse des Bodens sehr günstig beeinflusste.

Auf jeden Fall aber ist es für den deutschen Landwirt von der grössten Bedeutung zu wissen, dass er gerade jetzt in der Zeit des Stickstoffmangels in Gestalt der Jauche ein Düngemittel an der Hand hat, das ihm gestattet, neben einer hinreichenden Kali-Phosphatdüngung Erträge = 83—95 % der Volldüngung mit schwefelsaurem Ammoniak zu erzielen.

---

[1]) Landw. Jahrbücher 1910, Ergänzungsband III.

Wir werden also bei einigermassen befriedigender Jauchekonservierung mit etwas Rohöl und bei ausgiebiger Verwendung dieser Jauche zur Düngung unserer Kartoffeln (ca. 3—4000 l pro Hektar) (neben einer Düngung mit Kali-Phosphat) in der Lage sein, nicht allein unsere Kartoffelerträge auf der seitherigen Höhe zu halten, sondern womöglich noch zu erhöhen.

Dies ist das wertvollste unserer erzielten Resultate. Wenn wir auch in diesem Frühjahre nicht darauf rechnen können, unseren gesamten Bedarf an schwefelsaurem Ammoniak zu decken, unseren Bedarf an Jauche werden wir in den meisten Fällen zu decken imstande sein und damit, wie schon oben ausgeführt, können wir unsere Kartoffelernte zweifellos sowohl in Menge wie in Güte sichern.

Hinsichtlich der Qualität der erzielten Produkte konnten folgende Beobachtungen gemacht werden: Den höchsten Stärkegehalt hatten auf allen Böden die bei Kaliphosphat ohne Stickstoffdüngung erzeugten Produkte.

Den geringsten Stärkegehalt finden wir bei den Versuchen 1, 3, 4, 5, 6 bei der Volldüngung ohne Kali und bei der Volldüngung mit Ammoniumnitrat. — Diese beiden Beobachtungen sind sehr interessant, denn sie beweisen uns, dass die Kalidüngung (in normalen Grenzen) nicht allein die Quantität, sondern auch die Qualität des Ertrages erhöht.

Die Wirkung der Düngung mit dem salpetersauren Ammoniak aber scheint nicht allein die Haltbarkeit der Knollen unter gewissen Umständen, sondern auch den Stärkegehalt ungünstig zu beeinflussen. Im übrigen beweisen die von uns erhaltenen Zahlen, dass eine starke Stickstoffdüngung allgemein den Stärkegehalt der Knollen etwas herabsetzt, eine Erscheinung, die schon länger bekannt ist und namentlich auch im vorliegenden Falle bei der Verwendung von Kalkstickstoff wiederholt deutlich zu beobachten war (vergl. Vers. 1—5). In der Regel wird eine Verringerung des prozentischen Stärkegehaltes aber durch einen entsprechend erhöhten Gesamtertrag wieder ausgeglichen. — Sehr wichtig ist hierbei die Feststellung, dass die Jauche den Stärkegehalt nur sehr wenig herabdrückt, dass vielmehr der Stärkegehalt bei Jauchedüngung meist der oberen Grenze nahe steht.

Zum Schlusse noch einige Beobachtungen hinsichtlich der Ausnutzung der Düngung.

Die Stickstoffdüngung ist auf den Sandböden als Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak mit etwa 83 %, als Kalkstickstoffdüngung mit ca. 86 %, als Ammoniumnitratdüngung mit etwa 90 % ausgenutzt worden. — Diese Erscheinung ist um so merkwürdiger, als die absoluten und die relativen Erträge bei Versuch 1 und 2 eine deutliche Überlegenheit der Wirkung der Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak erkennen lassen. Eine Erklärung findet dieses Ergebnis in den ungünstigen Witterungsverhältnissen, die den Versuch 2 nicht zur normalen Entwicklung kommen liessen. Lässt man diesen Versuch ausser acht, so wird bei Versuch 1 100 % des Stickstoffes aller mineralischen Stickstoffdüngemittel ausgenutzt, während sich die Erträge von schwefelsaurem Ammoniak zu salpetersaurem Ammoniak und zu Kalkstickstoff wie 100 : 95.54 : 91.70 verhalten.

Auf den beiden Lehmböden zu Ostheim und Gettenau war eine vollständige Ausnutzung des Stickstoffes der mineralischen Düngemittel wahrzunehmen, während die Erträge von schwefelsaurem Ammoniak : Kalkstickstoff : salpetersaurem Ammoniak sich verhalten wie 100 : 93 : 90. — Der Kalkstickstoff steht also hier an zweiter Stelle, das salpetersaure Ammoniak an dritter. Auf den schweren Böden ist die Ausnutzung der mineralischen Stickstoffdünger wiederum nicht so gleichmässig gewesen wie beim Lehmboden. Von dem schwefelsauren Ammoniak wurden ca. 90 %, von dem Kalksticktoff ca. 95 % und von dem salpetersauren Ammoniak 100 % ausgenutzt, während sich die Wirkung etwa wie 100 : 94.5 : 95.5 verhielt. — Diese Zahlen scheinen zu beweisen, dass sich Wirkung und Ausnutzung der Düngemittel durchaus nicht immer zu decken brauchen oder mit anderen Worten: die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks ist auch bei einer etwas unvollkommeneren Ausnutzung der des Kalkstickstoffes und des Ammoniumnitrats noch bei weitem überlegen gewesen! — Es dürfte nun ganz besonders auf den schweren Böden keineswegs die Annahme am Platze sein, dass die 10 % Ammoniakstickstoff, die in der vorliegenden Ernte nicht ausgenutzt wurden, verloren gehen. Wir müssen vielmehr ausdrücklich betonen, dass, wie die Forschungen von Ehrenberg[1]) klar beweisen, dieser Ammoniakstickstoff durch biologische oder sonstige Absorption im Boden festgelegt wird und dass er (wie

[1]) Vergl. Ehrenberg, Der Kreislauf des Ammoniakstickstoffes in der Natur.

weitere Versuche beweisen werden) späteren Ernten zugute kommt.

Die Ausnutzung der mineralischen Kalisalze gestaltete sich auf dem Sande recht verschieden und zwar war stets die Ausnutzung der Kalisalze bei der Volldüngung ohne Stickstoff etwas höher als bei der Volldüngung ohne Phosphorsäure, woraus vielleicht der Schluss möglich wäre, dass auf den mineralstoffärmeren Böden die Phosphorsäuredüngung die Ausnutzung der Kalidüngung begünstigt habe. — Bei den Lehm- und Tonböden liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt, worauf später noch einzugehen sein wird. Bei dem Versuch 1 verhalten sich die Ausnutzungszahlen für die Kalisalze bei schwefelsaurem Ammoniak : salpetersaurem Ammoniak : Kalkstickstoff wie 100 : 96.3 : 51.2. — Bei dem Versuch 2 gestalten sich diese Zahlen wie 46 : 35 : 40.70. Die geringe Kaliausnutzung bei diesem Versuche ist zweifelsohne in erster Linie der grossen Trockenheit zuzuschreiben. — So wie bei den Sandböden die Phosphorsäuredüngung, so begünstigt bei den Lehm- und Tonböden die Stickstoffdüngung die Ausnutzung der Kalisalze beträchtlich; wir finden daher bei den Versuchen 3—6 stets auf den Parzellen 4 eine grössere Kaliausnutzung als auf den Parzellen ohne Stickstoff.

Die Wirkung der einzelnen Stickstoffdüngemittel auf die Kaliausnutzung ist verschieden. — Übereinstimmend ist die Kaliausnutzung am höchsten bei der Volldüngung mit schwefelsaurem Ammoniak und zwar auf allen Böden und bei allen Versuchen. Im ganzen ergibt sich folgendes Bild, es verhält sich die Kaliausnutzung bei: Volldüngung mit schwefelsaurem Ammoniak zu Volldüngung mit Kalkstickstoff zu Volldüngung mit salpetersaurem Ammoniak

1. auf dem Sand = 73.0 : 46.6 : 65.6
2. „ „ Lehm = 98 98 : 72.5 : 72.5
3. „ „ Ton = 95.98 : 77.0 : 94.3.

Das vorliegende Zahlenmaterial bildet einen sehr wertvollen Beweis dafür, dass nicht nur die Kalidüngung als solche, sondern die Beidüngung mit verschiedenen stickstoffhaltigen Düngemitteln für die Ausnutzung des mineralischen Kalis bedeutsam ist.

Die Ausnutzung der Phosphorsäure wird auf den Sand- und Tonböden durch die Beidüngung mit Kalisalzen mehr gefördert als durch die alleinige Beidüngung mit Stickstoff. Auf

den Lehmböden dagegen begünstigt der Stickstoff die Ausnutzung der Phosphorsäure mehr, als dies die Kalisalze anscheinend vermögen. Im ganzen genommen aber beweisen uns die vorliegenden Versuche hinsichtlich aller Nährstoffe, dass die beste und vollkommenste Ausnutzung in der Regel bei Volldüngung erreicht wird, wobei allerdings die Natur des Stickstoffdüngers einen nicht zu unterschätzenden Einfluss ausübt.

Die Ausnutzung der Phosphorsäuredüngung bei Volldüngung mit verschiedenem Stickstoffdünger spiegelt sich in folgenden Zahlen: Die Ausnutzung der Phosphorsäuredüngung verhält sich bei Volldüngung mit schwefelsaurem Ammoniak, Volldüngung mit Kalkstickstoff zur Volldüngung mit salpetersaurem Ammoniak

1. auf dem Sande = 19.5 : 16.6 : 17.2
2. „ „ Lehm = 20.2 : 16.5 : 12.5
3. „ „ Ton = 29.9 : 21 : 19.3.

Zu diesen Zahlen muss allerdings erläuternd bemerkt werden, dass die Ausnutzung der Phosphorsäure bei Versuch 4 auffallend gering war, wodurch die absoluten Zahlen für die Ausnutzung der Phosphorsäure auf dem Lehmboden auffallend niedrig erscheinen. Für die vorliegenden Untersuchungen sind diese Erscheinungen, die wohl auf eine in früheren Jahren erfolgte Phosphorsäuredüngung zurückzuführen sind, nur von geringer Bedeutung, da wir hier nur die relativen Zahlen bewerten. Aus obigen Ausführungen ergibt sich aber klar, dass auch für die Ausnutzung der Phosphorsäure in der Düngung die Natur der Stickstoffbeidüngung von grösster Bedeutung ist[1]) und dass der Landwirt bei der Kartoffeldüngung auch diesem Gesichtspunkte volle Aufmerksamkeit schenken muss.

Die Ausnutzung der Nährstoffe unter dem Einflusse der Jauche endlich ist aus folgenden Zahlen ersichtlich:

	N	K_2O	P_2O_5	
	%	%	%	
1. Auf dem Sande . . .	53.1	33.05	8.12	wurden ausgenutzt.
2. „ „ Lehm . . .	74.44	70.04	17.63	
3. „ „ Ton	97.80	60.98	27.05	

Bedenkt man hierbei, dass die Zahlen für die Sandböden durch die extremen Witterungsverhältnisse besonders beim Ver-

[1]) Vergl. hierzu J. Stoklasa, Der Kreislauf des Phosphations.

such 2 sehr ungünstig beeinflusst waren, so können alle Ergebnisse als recht befriedigend gelten, befriedigender als man sie auf Grund älterer Versuche hätte erwarten können. Wir dürfen also zum Schlusse wohl sagen, dass auch die Ausnutzung der Nährstoffe unter dem Einflusse der Jauche eine durchaus befriedigende war.

Fassen wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen kurz zusammen, so können wir folgende Sätze aufstellen:

1. Der Stickstoffmangel bezw. die Stickstoffdüngung regelt die Ertragshöhe der Kartoffeln besonders auf den besseren Lehm- und schweren Tonböden, während auf den Sandböden in dieser Richtung die Mineralstoffdüngung (Kali-Phosphatdüngung) viel mehr ausschlaggebend scheint.
2. Wirkliche Höchsterträge sind aber auch auf den schwereren Böden mit starker Stickstoffgabe ohne Kali-Phosphatdüngung nicht zu erreichen.
3. Von den hier geprüften stickstoffhaltigen Düngemitteln hat das schwefelsaure Ammoniak auf allen Böden stets die höchsten Erträge erbracht. Kalkstickstoff und salpetersaures Ammoniak stehen ihm in ihrer Wirkung nahe, ohne es ganz zu erreichen.
4. Besondere Aufmerksamkeit verdient die Feststellung, dass auch die Jauche befriedigende Ergebnisse lieferte, so dass ihre ausgiebige Verwendung zur Kartoffeldüngung besonders in der Jetztzeit nur dringlich empfohlen werden kann.
5. Die höchsten Stärkegehalte wurden stets bei einer Kali-Phosphatdüngung ohne Stickstoffgabe erzielt. Die Jauche bewirkt nur eine geringe, die übrigen Stickstoffdüngemittel eine etwas stärkere Herabsetzung des Stärkegehaltes. Besonders empfindlich scheinen die Kartoffeln bei der Verwendung von Kalkstickstoff und salpetersaurem Ammoniak, das auch die Fäulnis begünstigte, zu sein. Eine Kalidüngung bewirkte stets eine Erhöhung des Stärkegehaltes.
6. Die Ausnutzung der Stickstoffdüngung ist der Wirkung nicht immer parallel gegangen. Im Gegenteil, es hat das schwefelsaure Ammoniak, das auf dem Ton nur zu 90 % ausgenutzt wurde, höhere Wirkungen erzielt als das salpetersaure Ammoniak, woraus wohl geschlossen werden darf, dass das salpetersaure Ammoniak entweder nicht

ganz in der Pflanze verarbeitet worden ist oder wohl mehr zur Kraut- und Blattbildung Verwendung gefunden hat, als das schwefelsaure Ammoniak.

7. Bezüglich Kali und Phosphorsäure beweisen unsere Versuche ganz klar, dass die Ausnutzung der Düngung von der Natur des Stickstoffdüngers wesentlich beeinflusst werden. — Die beste Ausnutzung erfahren beide unter Einwirkung des schwefelsauren Ammoniaks. Das salpetersaure Ammoniak scheint in dieser Hinsicht an 2., der Kalkstickstoff an 3. Stelle zu stehen.
8. Die Einwirkung der Jauche auf Ausnutzung dieser Düngung kann besonders auf den Lehmböden als sehr befriedigend bezeichnet werden, so dass sie auch in dieser Hinsicht besondere Beachtung verdient. — Wir geben am Schluss der Überzeugung Ausdruck, dass unter Berücksichtigung dieser von uns gefundenen Ergebnisse unsere Kartoffelernten in vielen Fällen noch beträchtlich gesichert und auch gesteigert werden könnten.

Düngungsversuch des agrikultur-chemischen Laboratoriums

Versuchsfrucht:

Gegeben wurden pro $^1/_4$ Morgen 25 kg Thomasmehl, 12.5 kg Kalisalz, 6.25 kg

Nummer des Teilstückes	Düngung pro $^1/_4$ Morgen (625 qm)	enthaltend Stickstoff kg	enthaltend Kali kg	enthaltend Phosphorsäure kg	Ertrag pro Parzelle ($^1/_4$ Morgen) Einzelertrag Kraut Ztr.	Einzelertrag Knollen Ztr.	Mehrertrag gegen ungedüngt Kraut Ztr.	Mehrertrag gegen ungedüngt Knollen Ztr.
	Fraurombach.							
1	Ungedüngt	—	—	—	3.50	12.80	—	—
2	Ohne Stickstoff [Volldüngung]	—	5	4.37	4.50	15.40	1.00	2.60
3	Volld. ohne Kali [N als $(NH_4)_2SO_4$]	2.57	—	4.37	5.00	13.60	1.50	0.80
4	„ „ H_3PO_4	2.57	5	—	5.00	14.70	1.50	1.90
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$	2.57	5	4.37	7.00	22.90	3.50	10.10
6	„ „ $CaCN_2$	2.37	5	4.37	8.00	21.00	4.50	8.20
7	„ „ Jauche	2.5—3.2	7	4.37	6.50	19.40	3.00	6.60
8	„ „ $(NH_4)NO_3$	2.50	5	4.37	8.50	21.70	5.00	8.90
	Griedel.							
1	Ungedüngt	—	—	—	3.75	14.00	—	—
2	Ohne Stickstoff [Volldüngung]	—	5	4.37	3.50	16.00	0.25	2.00
3	Volld. ohne Kali [N als $(NH_4)_2SO_4$]	2.57	—	4.37	4.00	16.00	0.25	2.00
4	„ „ H_3PO_4	2.57	5	—	4.55	15.00	0.50	1.00
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$	2.57	5	4.37	4.50	19.80	0.75	5.80
6	„ „ $CaCN_2$	2.37	5	4.37	4.50	18.50	0.75	4.50
7	„ „ Jauche	2.5—3.2	7	4.37	4.00	18.00	0.25	4.00
8	„ „ $(NH_4)NO_3$	2.50	5	4.37	5.25	19.00	1.50	5.00
	Ostheim.							
1	Ungedüngt	—	—	—	3.00	31.25	—	—
2	Ohne Stickstoff [Volldüngung]	—	5	4.37	3.25	35.00	0.25	3.75
3	Volld. ohne Kali [N als $(NH_4)_2SO_4$]	2.57	—	4.37	4.00	38.75	1.00	7.50
4	„ „ H_3PO_4	2.57	5	—	3.75	37.75	0.75	6.50
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$	2.57	5	4.37	3.66	45.25	0.66	14.00
6	„ „ $CaCN_2$	2.37	5	4.37	4.25	42.25	1.25	11.00
7	„ „ Jauche	2.5—3.2	7	4.37	4.25	40.75	1.25	9.50
8	„ „ $(NH_4)NO_3$	2.50	5	4.37	5.00	41.95	2.00	10.70

beim landw. Instituts der Universität Giessen 1916.

Kartoffel.

$(NH_4)NO_3$ oder 12.5 kg $(NH_4)_2SO_4$ oder 12.5 kg Kalkstickstoff oder 800 l Jauche.

Setzt man den Gesamtertrag der Volldüngung N als $(NH_4)_2SO_4$ = 100, so wirkt die Düngung wie	Setzt man den Mehrertrag der Volldüngung N als $(NH_4)_2SO_4$ (Parzelle 5) = 100, so wirkt die Düngung wie	Gehalt der Knollen an						Absoluter Gehalt der Knollen (der Parzellenernte) an		
		Trockensubstanz %	Stärke %	Stickstoff %	Asche %	Kali %	Phosphorsäure %	Stickstoff kg	Kali kg	Phosphorsäure kg
55.890	—	23.7	16.4	0.184	0.855	0.547	0.114	1.18	3.50	0.92
67.340	25.77	25.0	21.6	0.192	0.862	0.621	0.123	1.48	4.78	0.95
59.380	7.93	24.6	17.5	0.195	0.840	0.500	0.130	1.33	3.40	0.88
63.790	18.83	23.8	17.9	0.237	0.900	0.596	0.116	1.74	4.38	0.85
100.000	100.00	24.7	20.2	0.294	0.930	0.621	1.129?	3.37	7.11	1.48
91.700	81.26	24.2	19.8	0.297	0.870	0.597	1.120?	3.12	6.22	1.26
84.700	65.41	25.2	20.4	0.276	0.950	0.578	1.119	2.69	5.61	1.15
95.540	88.20	23.6	18.7	0.341	0.849	0.569	1.117	3.70	6.17	1.26
70.707	—	22.8	18.6	0.260	0.860	0.490	0.090	1.82	3.43	0.63
80.808	34.50	23.9	18.8	0.220	0.900	0.530	0,130	1.76	4.24	1.64
80.808	34.50	22.6	17.4	0.280	0.850	0.500	0.100	2.24	4.00	0.80
75.070	17.25	22.4	18.0	0.300	0.860	0.519	0.110	2.25	3.83	0.83
100.000	100.00	23.0	18.4	0.340	0.920	0.530	0.120	3.37	5.25	0.29
93.430	77.63	23.7	18.6	0.350	0.950	0.540	0.110	3.24	5.00	1.02
90.909	69.00	23.6	18.5	0.320	0.930	0.520	0.120	2.88	4.68	1.08
95.959	86.25	22.5	18.2	0.360	0.970	0.510	0.110	3.42	4.85	1.05
69.060	—	23.0	19.5	0.290	0.900	0.500	0.100	4.53	7.81	1.56
77.340	26.64	23.4	20.5	0.270	0.900	0.580	0.130	4.73	10.15	2.27
85.850	53.57	22.9	18.7	0.300	0.900	0.490	0.130	5.81	9.49	2.52
83.440	46.43	23.0	19.5	0.290	0.910	0.530	0.090	5.47	10.04	1.70
100.000	100.00	23.5	19.2	0.340	0.930	0.550	0.120	7.69	12.44	2.72
93.340	78.60	22.9	18.6	0.360	0.910	0.560	0.120	7.61	11.83	2.54
90.050	67.86	23.2	19.0	0.320	0.950	0.570	0.130	6.52	11.62	2.65
92.730	76.43	22.7	17.8	0.370	0.900	0.540	0.110	7.76	11.33	2.31

Nummer des Teilstückes	Düngung pro 1/4 Morgen (625 qm)	Gehalt des Krautes an			Absoluter Gehalt des Krautes (der ganzen Parzellen) an		
		Stickstoff %	Kali %	Phosphorsäure %	Stickstoff kg	Kali kg	Phosphorsäure kg
	Fraurombach.						
1	Ungedüngt	0.24	0.75	0.100	0.40	1.435	0.175
2	Ohne Stickstoff (Volldüngung) .	0.27	0.74	0.130	0.60	1.890	0.342
3	Volld. ohne Kali [N als $(NH^4)_2SO_4$]	0.31	0.79	0.140	0.80	1.975	0.350
4	„ „ H_3PO_4	0.33	0.76	0.100	0.85	2.150	0.250
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$	0.35	0.83	0.150	1.25	2.973	0.525
6	„ „ $CaCN_2$	0.37	0.80	0.130	1.50	3.200	0.520
7	„ „ Jauche	0.30	0.85	0.130	1.00	2.762	0.422
8	„ „ $(HN_4)NO_3$	0.38	0.82	0.140	1.60	3.585	0.585
	Griedel.						
1	Ungedüngt	0.26	0.76	0.100	0.50	1.425	1.875
2	Ohne Stickstoff (Volldüngung) .	0.26	0.74	0.140	0.45	1.470	0.245
3	Volld. ohne Kali [N als $(NH^4)_2SO_4$]	0.29	0.75	0.150	0.60	1.400	0.300
4	„ „ H_3PO_4	0.31	0.86	0.190	0.65	1.867	0.403
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$	0.33	0.85	0.130	0.75	1.912	0.292
6	„ „ $CaCN_2$	0.35	0.84	0.190	0.80	1.890	0.427
7	„ „ Jauche	0.31	0.85	0.140	0.60	1.700	0.280
8	„ „ $(NH_4)NO_3$	0.37	0.83	0.150	0.95	2.178	0.393
	Ostheim.						
1	Ungedüngt	0.26	0.72	0.090	0.40	1.080	0.135
2	Ohne Stickstoff (Volldüngung) .	0.29	0.75	0.140	0.45	1.381	0.227
3	Volld. ohne Kali [N als $(NH^4)_2SO_4$]	0.30	0.73	0.130	0.80	1.460	0.260
4	„ „ H_3PO_4	0.33	0.84	0.100	0.60	1.575	0.187
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$	0.35	0.82	0.135	0.65	1.500	0.247
6	„ „ $CaCN_2$	0.37	0.80	0.130	0.80	1.700	0.276
7	„ „ Jauche	0.31	0.83	0.140	0.65	1.763	0.297
8	„ „ $(NH_4)NO_3$	0.37	0.86	0.130	0.95	2.150	0.375

Aufgenommen haben die Stauden im ganzen an			Es wurden von der Düngung ausgenutzt			Bemerkungen
Stickstoff	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure	
kg	kg	kg	%	%	%	
			Aus dem Boden aufgenommen			
1.58	4.935	0.985				
2.08	6.670	1.292	—	34.7	7.10	
2.13	5.375	1.230	21.4	—	5.70	
2.95	6.540	1.100	53.3	32.6	—	
4.62	10.085	2.005	100.0	100.0	23.70	
4.62	7.570	1.780	100.0	52.6	18.60	
3.40	8.562	1.572	64.8	51.2	8.30	
5.30	9.752	1.845	100.0	96.3	20.00	
2.32	4.855	0.817	—	—	—	
2.21	5.710	1.285	—	17.2	10.90	
2.68	5.400	1.100	11.9	—	6.60	
2.70	5.697	1.233	14.9	16.8	—	
4.12	7.162	1.482	66.6	46.0	15.40	
4.04	6.890	1.447	72.6	40.7	14.60	
3.48	5.900	1.360	41.4	14.9	7.75	
4.37	6.608	1.443	82.0	35.0	14.50	
4.92	8.890	1.695	—	—	—	
4.13	11.531	2.497	—	52.8	18.30	
6.41	10.950	2.780	57.9	—	24.80	
5.57	11.615	1.887	25.5	56.0	—	
8.34	13.940	2.967	100.0	100.0	29.10	
8.41	13.530	2.816	100.0	92.0	25.70	
7.13	13.383	2.947	78.8	89.9	28.60	
8.71	13.480	2.685	100.0	91.8	22.60	

Gegeben wurden pro Parzelle = 1/4 Morgen: 25 kg Thomasmehl, 12.5 kg Kalisalz, 6.25 kg salpeter-

Ist die Stickstoffgabe nicht näher bezeichnet wie bei

Nummer des Teilstückes	Düngung: pro 1/4 Morgen = die Parzelle	enthaltend: Stickstoff kg	Kali kg	Phosphorsäure kg	Ertrag pro Parzelle = 1/4 Morgen: Einzelerträge Kraut Ztr.	Einzelerträge Knollen Ztr.	Mehrertrag gegen ungedüngt: Kraut Ztr.	Mehrertrag gegen ungedüngt: Knollen Ztr.
	Gettenau.							
1	Ungedüngt.	—	—	—	3.40	16.70	—	—
2	Volldüngung ohne N	—	5	4.37	3.60	19.70	0.20	3.00
3	„ „ Kali . . .	2.57	—	4.37	4.00	22.50	0.60	5.80
4	„ „ H_3PO_4 . .	2.57	5	—	4.50	23.70	1.10	7.00
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$.	2.57	5	4.37	5.50	29.70	2.10	13.00
6	„ „ $CaCN_2$. . .	2.37	5	4.37	5.00	27.70	1.60	11.00
7	„ „ Jauche. . .	2.5–3.2	7	4.37	4.25	25.00	0.85	8.30
8	„ „ $(NH_4)NO_3$. .	2.50	5	4.37	5.50	26.40	2.10	9.70
	Alten-Buseck.							
1	Ungedüngt.	—	—	—	5.00	15.00	—	—
2	Volldüngung ohne N	—	5	4.37	6.00	17.80	1.00	2.80
3	„ „ Kali . . .	2.57	—	4.37	7.20	20.20	2.20	5.20
4	„ „ H_3PO_4 . .	2.57	5	—	7.40	20.00	2.40	5.00
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$.	2.57	5	4.37	8.00	28.33	3.00	13.33
6	„ „ $CaCN_2$. . .	2.37	5	4.37	8.50	25.80	3.50	10.80
7	„ „ Jauche. . .	2.5–3.2	7	4.37	7.00	27.50	2.00	12.50
8	„ „ $(NH_4)NO_3$. .	2.50	5	4.37	8.60	26.90	3.60	11.90
	Dorf Güll.							
1	Ungedüngt.	—	—	—	5.20	14.00	—	—
2	Volldüngung ohne N	—	5	4.37	5.70	16.50	0.50	2.50
3	„ „ Kali . . .	2.57	—	4.37	6.00	18.00	0.80	4.00
4	„ „ H_3PO_4 . .	2.57	5	—	6.40	19.50	1.20	5.50
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$.	2.57	5	4.37	7.60	27.00	2.40	13.00
6	„ „ $CaCN_2$. . .	2.37	5	4.37	7.80	26.50	2.60	12.50
7	„ „ Jauche. . .	2.5–3.2	5	4.37	6.40	25.40	1.20	11.20
8	„ „ $(NH_4)NO_3$. .	2.50	5	4.37	8.50	26.00	3.30	12.00

12.5 kg schwefelsaures Ammoniak oder 12.5 kg Kalkstickstoff oder 500 l Jauche oder saures Ammoniak.

Parzelle 3 und 4, so wurde $(NH_4)_2SO_4$ gegeben.

Setzt man den Gesamtertrag der mit $(NH)_2SO_4$ ged. Parzelle = 100, so wirkte die Düngung wie	Setzt man den Mehrertrag der mit $(NH_4)_2SO_4$ ged. Parzelle = 100, so wirkte die Düngung wie gegen ungedüngt	Gehalt der Knollen an						Gehalt des Krautes an		
		Trockensubstanz %	Stärke %	Stickstoff %	Asche %	Kali %	Phosphorsäure %	Stickstoff %	Kali %	Phosphorsäure %
56.23	—	22.8	18.60	0.27	0.90	0.50	0.09	0.23	0.74	0.10
66.33	23.08	23.4	19.70	0.20	0.93	0.57	0.14	0.30	0.80	0.16
75.76	44.61	22.9	17.80	0.30	0.89	0.50	0.13	0.37	0.72	0.17
79.82	53.84	23.0	18.90	0.32	0.87	0.52	0.10	0.36	0.79	0.10
100.00	100.00	22.7	19.00	0.35	0.90	0.55	0.12	0.32	0.80	0.14
93.27	84.61	22.4	19.00	0.38	0.91	0.54	0.12	0.35	0.79	0.13
84.18	63.84	23.5	19.20	0.32	0.94	0.57	0.13	0.30	0.81	0.16
88.81	60.61	23.0	18.40	0.39	0.90	0.52	0.11	0.34	0.79	0.12
52.59	—	22.9	19.00	0.26	0.85	0.48	0.09	0.23	0.72	0.10
60.71	33.33	23.5	19.20	0.23	0.93	0.54	0.14	0.25	0.79	0.15
71.13	73.33	22.4	18.60	0.25	0.88	0.49	0.11	0.27	0.73	0.14
70.60	80.00	22.6	18.80	0.27	0.87	0.52	0.09	0.29	0.76	0.10
100.00	100.00	23.0	19.00	0.30	0.93	0.52	0.12	0.30	0.76	0.13
91.07	81.20	22.7	18.20	0.32	0.89	0.51	0.11	0.33	0.74	0.12
97.07	93.95	22.9	18.50	0.31	0.92	0.53	0.12	0.32	0.80	0.13
94.95	89.40	22.5	17.90	0.34	0 93	0.51	0.10	0.35	0.76	0.10
51.44	—	23.0	20.00	0.24	0.84	0.46	0.09	0.21	0.70	0.10
61.11	20.83	22.7	19.15	0.26	0.92	0.52	0.11	0.25	0.78	0.13
67.77	33.33	22.4	18.40	0.30	0.82	0.47	0.10	0.26	0.74	0.09
72.22	50.00	22.6	19.00	0.30	0.88	0.53	0.08	0.28	0.76	0.12
100.00	100.00	22.9	18.60	0.35	0.92	0.50	0.13	0.30	0.76	0.12
98.14	96.15	22.5	18.50	0.37	0.93	0.49	0.10	0.30	0.75	0.10
94.07	86.15	22.7	19.00	0.30	0.95	0.51	0.13	0.30	0.77	0.12
96.29	92.30	22.4	17.60	0.38	0.94	0.49	0.10	0.37	0.73	0.10

Nummer des Teilstückes	Düngung pro 1/4 Morgen = die Parzelle	Gehalt des gesamten Parzellenertrages der Knollen an			Gehalt des gesamten Parzellenertrages von Kraut an		
		Stickstoff kg	Kali kg	Phosphorsäure kg	Stickstoff kg	Kali kg	Phosphorsäure kg
	Gettenau.						
1	Ungedüngt.	2.254	4.175	1.503	0.901	1.258	0.170
2	Volldüngung ohne N	1.970	5.614	1.379	0.900	1.440	0.288
3	„ „ Kali . . .	3.375	5.628	1.463	1.140	1.440	0.340
4	„ „ H_3PO_4 . .	3.792	6.162	1.491	1.260	1.223	0.225
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$.	5.197	8.112	1.782	1.705	2.200	0.385
6	„ „ $CaCN_2$. . .	5.263	4.709	1.662	1.625	1.975	0.325
7	„ „ Jauche. . .	4.000	7.225	1.625	1.275	1.721	0.340
8	„ „ $(NH_4)NO_3$. .	4.648	5.932	1.425	1.760	2.173	0.330
	Alten-Buseck.						
1	Ungedüngt.	1.950	3.600	0.675	1.325	1.800	0.250
2	Volldüngung ohne N	2.047	4.810	1.246	1.650	2.370	0.450
3	„ „ Kali . . .	2.525	4.950	1.111	2.052	2.628	0.504
4	„ „ H_3PO_4 . .	2.700	5.200	0.900	2.183	2.812	0.370
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$.	4.249	7.370	1.699	2.400	3.040	0.520
6	„ „ $CaCN_2$. . .	2.928	6.580	1.429	2.677	3.145	0.510
7	„ „ Jauche. . .	4.262	7.287	1.650	2.170	2.800	0.455
8	„ „ $(NH_4)NO_3$. .	4.573	6.859	1.345	2.795	3.268	0.430
	Dorf Güll.						
1	Ungedüngt.	1.68	3.220	0.630	1.326	1.820	0.260
2	Volldüngung ohne N	2.145	4.290	0.907	1.567	2.223	0.370
3	„ „ Kali . . .	2.700	4.230	0.900	1.680	2.220	0.270
4	„ „ H_3PO_4 . .	2.925	5.212	0.780	1.856	2.432	0.384
5	„ mit $(NH_4)_2SO_4$.	4.775	6.750	1.750	2.280	2.888	0.456
6	„ „ $CaCN_2$. . .	5.402	6.492	1.325	2.340	2.925	0.390
7	„ „ Jauche. . .	4.810	6.427	1.651	1.920	2.464	0.384
8	„ „ $(NH_4)NO_3$. .	4.940	6.37	1.300	2.847	3.103	0.425

Aufgenommen haben die Pflanzen im ganzen			Es wurden von der Düngung ausgenutzt			Bemerkungen
Stickstoff kg	Kali kg	Phosphorsäure kg	Stickstoff %	Kali %	Phosphorsäure %	
3.155	5.433	1.673	—	—	—	Das was die Pflanzen an Stickstoff und Kali mehr enthalten, wurde dem Bodenvorrat entnommen.
2.870	7.054	1.667	—	32.45	—	
4.515	7.068	1.793	52.92	—	2.75	
5.052	7.385	1.716	73.43	39.04	—	
6.902	10.332	2.167	100.00	97.98	11.30	
6.888	8.084	1.987	100.00	52.00	7.18	
5.275	8.946	1.965	70.88	50.18	6.68	
6.408	8.105	1.782	100.00	53.20	2.49	
3.275	5.400	0.925	—	—	—	
3.697	7.180	1.696	—	35.60	17.95	
4.577	7.578	1.615	46.77	—	15.79	
4.883	8.012	1.270	62.57	52.24	—	
6.649	10.410	2.219	100.00	100.00	29.61	
5.605	9.725	1.939	90.66	86.50	23.20	
6.532	10.087	2.115	100.00	66.96	27.35	
7.368	11.127	1.775	100.00	100.00	19.58	
3.006	5.040	0.890	—	—	—	
3.712	6.513	1.277	—	29.46	8.85	
4.180	6.450	1.170	45.68	—	6.41	
4.781	7.644	1.164	69.06	52.08	—	
5.055	9.638	2.206	79.73	91.96	30.09	
7.742	8.417	1.715	100.00	67.54	18.88	
5.730	8.891	2.055	95.60	55.01	26.66	
7.787	9.472	1.725	100.00	88.70	19.11	

Arbeit aus dem agrikultur-chemischen Institut der Universität Göttingen.

Über die Bodenlösung: ihre Gewinnung, Zusammensetzung und Anwendung bei der Schlämmanalyse.

Von

J. P. VAN ZYL.

Teil A.

Über die Bodenlösung.

Einleitung.

Zur Beurteilung unserer Ackerböden für wissenschaftliche wie praktische Zwecke haben wir verschiedene Hilfsmittel, unter denen die mechanische Bodenanalyse einen wichtigen Platz einnimmt. Sie gibt uns gewissermassen ein Urteil über die physikalische Beschaffenheit des Bodens und hiervon ist ja die Rentabilität einer Kultivierung bezw. des Anbaues gewisser Feldfrüchte in beträchtlichem Grade abhängig. Nun hat es sich aber herausgestellt, dass die Schlüsse, die man aus den Ergebnissen der mechanischen Analyse eines Bodens zu ziehen berechtigt zu sein glaubte (natürlich unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Nährstoffgehaltes, der klimatischen Verhältnisse usw.), nicht immer der Wirklichkeit entsprachen. Diese Tatsache gab die Veranlassung dazu, die üblichen Methoden der mechanischen Bodenanalyse, in bezug auf die Rolle des für die Trennung der einzelnen Körnerklassen voneinander angewandten Mediums näher zu untersuchen. Wie schon durch viele Versuche festgestellt ist, besitzen Elektrolyten die Eigenschaft, Suspensionen von feinen Bodenteilchen in Wasser auszuflocken.[1])

[1]) z. B. T. SCHLOESING d. Ä, Annales de Chimie et de Physique 1874, S. 514; A. MAYER, Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik Bd 2, 1879, S. 251; A. D. HALL a. C. MORRISON, Journal of Agric. Science 1907, S. 244; G. MASONI, Le Staz. Sper. Agr. Ital. Bd. 45, 1912, S. 113.

Es liegt also auf der Hand zu vermuten, dass im Boden, unter Einfluss der „Bodenlösung", die Sachlage im wesentlichen eine andere ist als bei den gewöhnlichen Methoden zur Trennung der Teilchen voneinander. So haben schon im Jahre 1894 SACHSSE und BECKER[1]) mechanische Analysen von verschiedenen Böden ausgeführt mit Lösungen von $Ca(OH)_2$, $NaNO_3$ usw. Diese Media aber entsprechen keineswegs der im Boden vorhandenen Lösung. Infolgedessen sollte von mir versucht werden, die Trennung mittels einer der Bodenlösung möglichst ähnlichen Flüssigkeit auszuführen.

Zu diesem Zwecke wurde das Versuchsfeld zu Deppoldshausen bei Göttingen von Herrn Oberamtmann LOHMANN uns gütigst zur Verfügung gestellt. Der Boden desselben ist als strenger Tonboden zu bezeichnen. Das Versuchsfeld wurde von Herrn Ökonomierat BESELER in Weende im Jahre 1906 angelegt, und seitdem sind die einzelnen Parzellen nach einem bestimmten Plane verschieden gedüngt, aber sonst gleich bearbeitet worden. Unter der Anwendung erwähnter Methode sollten nun verschieden gedüngte Parzellen zu verschiedenen Jahreszeiten untersucht werden.

Die erste Aufgabe war daher die Gewinnung der im Boden vorhandenen Lösung. Da dieser Gegenstand in neuerer Zeit wieder recht viel Aufmerksamkeit erregt hat, aber die Angaben in der Literatur ziemlich zerstreut sind, erscheint es mir hier am Platze, die wesentlichen, diesbezüglichen Arbeiten kurz zu überblicken.

Geschichtliches über die Gewinnung der Bodenlösung.

Wenn wir etwa 55 Jahre in die Geschichte der Agrikulturchemie zurückblicken, finden wir, dass damals schon die „Bodenlösung" sich regen Interesses erfreut hat. Dies ist leicht zu verstehen, denn es war um jene Zeit, als LIEBIG[2]) die Meinung aussprach, die Pflanzen seien für ihre Nahrung direkt auf die Bodenteilchen angewiesen, da das Bodenwasser im günstigsten Falle nur Spuren von Nährstoffen aufzulösen vermöge. Da die ältere Verdunstungstheorie[3]) sowie die neuere Diffusionstheorie[4])

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 43, 1894, S. 15.
[2]) Annalen d. Chem. u. Pharm. Bd. 105, S. 109.
[3]) SCHUMACHER, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 3, 1861, S. 197.
[4]) Ebendort Bd. 4, 1862, S. 270.

voraussetzte, dass die Pflanzennährstoffe im gelösten Zustande vorliegen müssten, wurden jetzt von verschiedenen Forschern Versuche vorgenommen, die beweisen bezw. widerlegen sollten, dass die im Bodenwasser gelösten Stoffe ihrer Menge und Beschaffenheit nach für eine Ernte ausreichten. So wurde von Eichhorn[1]) die Bodenlösung gewonnen, indem er lufttrockenen Boden mit Wasser sättigte, 10 Tage stehen liess, dann zur Verdrängung der Bodenlösung nochmals die gleiche Menge Wasser hinzusetzte und nach Umschütteln filtrierte. Er nahm an, dass die „Bodenlösung" doppelt so konzentriert war, als das erhaltene Filtrat. Das Eichhornsche Verfahren wurde von Wunder[2]) als nicht genügend exakt betrachtet, und in der Weise abgeändert, dass er nach vierwöchigem Stehen (unter häufigem Umschütteln) dem wassergesättigten Boden einen Teil seines Wassers mit der Luftpumpe entzog. Weiter sind zur Beantwortung dieser Fragen Drain- sowie Lysimeterwässer[3]) untersucht worden unter der Annahme, diese seien (verdünnte) Bodenlösungen.[4]) Zuletzt sei noch erwähnt, dass einige Forscher durch Aussüssen, Absaugen mit der Luftpumpe, oder Aufschütteln mit Wasser, Lösungen[5]) gewannen, die Aufschlüsse über die Beschaffenheit der wirklichen Bodenlösungen usw. geben sollten. Auch sind die Vegetationsversuche von Zöller[6]) über diese Frage von Interesse.

Einige Jahre später wurde durch T. Schloesing[7]) d. Ä. eine neue Methode der Bodenlösungsgewinnung ausgearbeitet. Sein Verfahren besteht im Grunde darin, dass man aus dem gesättigten Boden die Lösung mittels eines langsam durchsickernden Wasserstromes verdrängt. Es wurde ein grösserer Zylinder mit gepulverter Erde gefüllt, Wasser langsam heraufgetropft und die durchfliessende Flüssigkeit so lange aufgefangen, bis die Konzentration deutlich abzunehmen anfing. Ein verbesserter Apparat[8])

---

[1]) Nach Wunder, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 3, 1860, S. 105.

[2]) Wunder, ebendort S. 106.

[3]) Liebig, Annalen d. Chem. u. Pharm. Bd. 105, S. 109.

[4]) Zöller, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 5, 1863, S. 48.

[5]) Müller, Landw. Versuchs-Stationen 1863, S. 193; Hoffmann, ebendort S. 197; J. Schultze, ebendort 1864, S. 409; Grouven, Jahresber. über Agr.-Chem. Bd. 1, S. 13; E. Wollff, ebendort S. 20 u. f.; Knop, Kreislauf des Stoffes, 1868, S. 448.

[6]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 5, 1863, S. 43—45.

[7]) Comptes Rendus de l'Acad. d. Sc. Paris Bd. 63, 1866, S. 1007.

[8]) Ebendort Bd. 70, 1870, S. 98.

ermöglichte es, das Wasser in der Form eines künstlichen Regens beliebig langsam aufzuspritzen, und das Filtrat unter Luftabschluss aufzufangen, so dass auch die Bodenluft untersucht werden konnte. Auf Grund einer grossen Anzahl von Versuchen kam SCHLOESING zu dem Schluss, dass die so gewonnenen Lösungen wirklich „Bodenlösungen" wären. Er konnte deutliche Unterschiede feststellen für verschiedene, sowie für vorher mit Kohlensäure gesättigte Böden. Diese Methode scheint somit sehr gute Dienste zu leisten. In seinem Lehrbuch der praktischen Agrikulturchemie wird sie auch von WILEY sehr empfohlen.[1]) Letzterer glaubt sie auf Grund eines Versuches, wobei eine Kochsalzlösung aus gereinigtem Sande verdrängt worden war, bestätigt zu sehen.[2])

In neuerer Zeit findet man wieder oft Abhandlungen über die Bodenlösung. Dies ist zum Teil dem Versuche zuzuschreiben, die alte chemische Analyse des Bodens mittels konzentrierter Säuren zu ersetzen, oder wenigstens zu ergänzen, durch die Untersuchung wässriger Bodenauszüge; teilweise aber auch der alten, heutzutage wieder weit verbreiteten Ansicht, die Pflanze sei in der Tat für die Aufnahme ihrer mineralogischen Bestandteile direkt auf die Bodenlösung angewiesen.[3]) Nun hat sich aber gezeigt, dass die Zusammensetzung eines wässrigen Bodenauszuges ausserordentlich wechselt, je nach der Wassermenge und dem Verfahren der Gewinnung (ob man etwa mit Wasser kocht, schüttelt oder wiederholt auslaugt). Diese Methoden haben auch alle den Nachteil, dass sie rein willkürlich sind und den Verhältnissen in der Natur nicht, oder nur mangelhaft entsprechen.

Es liegt daher auf der Hand, dass die allgemeine Aufmerksamkeit aufs neue auf die wirklich im Boden zirkulierende Flüssigkeit gelenkt werden sollte. Die Aufgabe der Gewinnung der unveränderten Bodenlösung scheint aber doch auf erhebliche Schwierigkeiten zu stossen, weshalb es noch vielerseits üblich ist und empfohlen wird, wässrige Bodenextrakte nach bestimmten Vorschriften herzustellen. Solche Extrakte sind mit Erfolg von

---

[1]) WILEY, Principles a. Pract. of Agric. Anal. Vol. I, S. 553, 1906, Washington.

[2]) Ebendort S. 551.

[3]) U. S. A. Depart. of. Agr., Bureau of Soils, Bull. Bd. 30, 1905, S. 7.

King[1]) zur Bestimmung der leicht zugänglichen Pflanzennährstoffe,[2]) von Hall und seinen Mitarbeitern für Kulturversuche,[3]) und von Leoncini und Masoni für Ausflockungsstudien[4]) angewandt worden.

Unter den neueren Arbeiten über die Gewinnung der Bodenlösung tritt das Verdrängungsprinzip von Schloesing in modifizierter Form oft auf. So erhielten Ischtscherikow[5]) und Szokolowsky[6]) Bodenlösungen durch Verdrängung mit Alkohol, und van Suchtelen[7]) durch Verdrängung mit Paraffinöl, unter gleichzeitiger Anwendung der Wasserstrahlpumpe. Das Verfahren von van Suchtelen besteht darin, dass er einen grossen Goochtiegel mit gereinigtem Asbest beschickt, die zu untersuchende feuchte Erde darauf bringt und lose zusammenpresst, diese dann mit Paraffinöl oder Vaseline überschichtet und nun mit der Wasserstrahlpumpe absaugt. Er gibt an, dass man auf diese Weise feuchter Erde, die nur zur Hälfte mit Wasser gesättigt ist, noch Wasser entziehen kann. Ferner fand er,[8]) dass die Beschaffenheit der Lösung nicht nur je nach der Art des Bodens und Tiefe der Probenahme, sondern auch für nahe zusammenliegende Böden wechselte.

Von Briggs und Mc Call[9]) ist im Jahre 1904 ein vollkommen neues Verfahren aufgefunden worden, das ermöglicht, dem Boden „in situ" einen Teil seines Wassers auszusaugen. Dies kann man bewerkstelligen, indem man eine Chamberland-Pasteurkerze sorgfältig und fest in den Boden einbettet und die Kerze mit einer grösseren evakuierten Flasche verbindet. Nach Bedarf (gewöhnlich einmal täglich) pumpt man die Flasche

---

[1]) Das Kingsche Verfahren, den Boden 3 Minuten mit Wasser zu zerreiben und nach 20 Minuten Stehen durch Chamberland-Pasteurkerzen zu filtrieren, scheint sowohl in Amerika als in anderen Ländern (vergl. Sacharow, Russ. Journ. f. expt. Landw. 1906, S. 476) ausgedehnte Verwendung gefunden zu haben.

[2]) U. S. A. Depart. of Agr., Bureau of Soils, Bull. Nr. 26, 1905, S. 29.

[3]) Phil. Trans. of Royal Soc. of London, Ser. B. Vol. 204, 1914, S. 179.

[4]) Le Staz. Sper. Agr. Ital. 1913, S. 525.

[5]) Russ. Journ. f. Exper. Landw. 1907, S. 165.

[6]) Biedermanns Zentralblatt 1915, S. 11.

[7]) Journ. f. Landw. 1912, S. 369.

[8]) Expt. St. Record Bd. 31, S. 317.

[9]) „Science", new. ser. Bd. 20, 1904, S. 566.

aufs neue aus, pipettiert die in die Kerze eingesaugte Flüssigkeit ab und verbindet den Apparat wieder. Diese Lösung scheint in der Tat innerhalb gewisser Grenzen die im Boden zirkulierender Lösung zu sein. BRIGGS und MC CALL fanden bei einem Versuche, der vom 7. Juni bis 20. Juli dauerte, dass die gewonnene Flüssigkeit, trotz zuweilen starken Regens, allmählich konzentrierter wurde und zwar von 1.6 g Abdampf-Rückstand pro Liter anfangs bis 2.1 g zuletzt.

Ein weiteres Verfahren der Bodenlösungsgewinnung, das auch seit einigen Jahren in Amerika Anwendung findet, ist das Zentrifugieren.[1]) Hiernach findet CAMERON[2]) im Mittel 7 Teile P_2O_5 und 25 Teile K_2O pro Million in der Bodenlösung.

Besprechung früherer Versuche.

Es würde uns zu weit führen, alle diese Methoden und ihre Ergebnisse eingehend zu besprechen. Ein paar kurze Bemerkungen sind aber erforderlich. Dass Drain- oder Lysimeterwässer keine Bodenlösungen oder auch verdünnte Bodenlösungen — eine Ansicht,[3]) der man doch immer noch gelegentlich in der neuen Literatur begegnet — sind, ist selbstverständlich;[4]) denn einerseits fliesst ein beträchtlicher Teil des Wassers durch die grösseren Bodenporen ab, ohne überhaupt in engerer Berührung mit den Bodenteilchen oder der Bodenlösung gewesen zu sein, während andererseits, infolge der ausserordentlich verschiedenen Absorbierbarkeit der lösbaren Bodenbestandteile, die Gleichgewichtsverhältnisse zwischen Boden und Bodenlösung, wie sie zuvor bestanden, nicht in gleichem Maſse durch das hinzukommende Wasser beeinflusst werden. Drain- und Lysimeterwässer können uns aber sowohl über die niedrigste Grenze der Konzentration einer Bodenlösung, als auch über die Art der darin enthaltenen Stoffe Auskunft geben. Sogar die Phosphorsäure, der am stärksten absorbierbare Pflanzennährstoff, tritt häufig in bestimmbaren Mengen in Drainwässern auf.[5]) Es

[1]) U. S. A. Depart. of Agr., Bureau of Soils, Bull. 45, 1907.

[2]) Journ. of Phys. Chem. 1910, S. 353.

[3]) KUNZE, Jahrbuch für wissensch. Botanik 1906, S. 382; weniger LÜDECKE, Über die Wasserbewegung im Boden usw.; Kulturtechniker, Bd. 12, 1909, S. 130.

[4]) v. RÜMKER, Der Boden und seine Bearbeitung (4. Aufl.), S. 35; CAMERON, Orig. Comm. 8 th. Intern. Congr. of App. Chem. Vol. 15, S. 49.

[5]) BIEDERMANNS Forschungen Bd. 7, 1875, S. 228.

ist klar, dass, wenn eine Bodenlösung z. B. Phosphorsäure enthält, durch das durchsickernde Regenwasser ein Teil derselben mitgeführt werden muss. Nun kann man zwar annehmen, dass vermöge ihrer Absorptionskraft die tieferen Bodenschichten der durchfliessenden Lösung wieder P_2O_5 entziehen werden; aber dies kann nur so weit gehen, bis das neue Gleichgewicht sich eingestellt hat, d. h. Spuren von P_2O_5, die allerdings häufig zu gering sind, um durch die gewöhnlichen Methoden nachgewiesen zu werden, werden immer noch in der wegsickernden Flüssigkeit verbleiben.[1])

Durch Auslaugen oder Aufschütteln mit einer bestimmten Menge Wasser kann man auch niemals die wirkliche Beschaffenheit und Konzentration der Bodenlösung ermitteln,[2]) obwohl für einige Stoffe wenigstens dies früher für möglich gehalten wurde (so z. B. v. Knop in seinem Lehrbuch „Der Kreislauf des Stoffes", 1868, S. 448).

Besser geeignet scheint schon das Verfahren des Aussaugens, besonders nach van Suchtelen angewendet, zumal es gestattet, den Boden frisch vom Felde zu benutzen. Es hat aber auch seine Schattenseite: man bekommt im Verhältnis zur Zeit und Arbeit eine verhältnismässig kleine Menge Flüssigkeit; weiter dürfte es bei gewissen Bodenarten recht schwierig, ja, bei schweren Böden völlig unmöglich sein, den feuchten Boden befriedigend auf das Filter zu bringen; und schliesslich entspricht die gewonnene Lösung wahrscheinlich nur der in den grösseren Bodenporen vorhandenen Flüssigkeit, worauf auch die Angabe, dass die Bodenlösung den ersten Teilen des Drainagewassers ziemlich gleich ist, hinweist.

Diese Bemerkungen gelten auch für die einfachen Verdrängungsmethoden, z. T. in noch höherem Grade. Es besteht auch die Gefahr, besonders bei der Verdrängung mit Wasser, dass schon nach kurzer Zeit die durchtropfende Flüssigkeit mit einem Teil des Verdrängungsmediums verfälscht werden kann, obwohl dies dem Beobachter nicht ohne weiteres bemerkbar wird. Dass die Angaben von Schloesing und Ischtscherikow diese Methode in ein sehr günstiges Licht stellen, ist lediglich darauf zurückzuführen, dass sie bei ihren Versuchen meistens mit sandigen

[1]) Ramann, Bodenkunde (3. Aufl.), S. 64.
[2]) Cameron, Journ. of Phys. Chem. 1910, S. 352 u. f.

oder gar getrockneten oder gepulverten Böden arbeiteten, und also keine Schwierigkeit bei der Beschickung des Apparates vorfanden. Der auf S. 204 erwähnte Versuch von WILEY scheint mir nicht sehr beweiskräftig zu sein, denn der beinahe absorptionsunfähige Sand mit seinen verhältnismässig weiten Kanälen, gestattet es, dass die Kochsalzlösung glatt und ziemlich quantitativ durch einen langsamen Wasserstrom verdrängt werden kann, bevor eine Mischung erfolgt. In einem Kulturboden liegen die Verhältnisse offenbar ganz anders. Hervorzuheben ist weiter, dass man bei der Anwendung eines vorher getrockneten Bodens keine wirkliche Bodenlösung bekommen kann. Wie bekannt, wird durch Trocknen[1]) die Gesamtmenge der löslichen Stoffe grösser, und wahrscheinlich auch das Verhältnis der einzelnen Bestandteile der Lösung zueinander geändert. Dass eine Sättigung des Bodens mit Wasser vor der Verdrängung als nicht wünschenswert, wenn auch nicht direkt als Fehler zu bezeichnen ist, bedarf keiner Auseinandersetzung.

Die Methode von BRIGGS und MC CALL hat den grossen Vorzug, dass man den Boden in seiner natürlichen Lagerung und an derselben Stelle Monate hindurch untersuchen kann. Etwaige Änderungen in der Bodenlösung sind also gut zu verfolgen. Aber auch hier könnte man hervorheben, dass nur der in den grösseren Bodenporen zirkulierende Teil der wirklichen Bodenlösung zur Untersuchung gelangt; denn es wird die schwache Kraft der erzeugten Luftverdünnung nicht ausreichen, auch Bodenlösung aus den kleinen und sehr kleinen Kapillaren des Bodens zu entnehmen.

Beim Zentrifugierverfahren ist dieser Übelstand wahrscheinlich weniger bedeutungsvoll, und es gelingt noch bei einem geringeren Feuchtigkeitsgrade, etwas Bodenflüssigkeit zu gewinnen.

Auf Ansichten und Versuche von CAMERON, wonach der Boden bei seinem „optimalen Wassergehalt" kein freibewegliches Wasser mehr enthält[2]), wird hier noch hingewiesen; er vertritt damit die Ansicht, dass die eigentliche Bodenlösung unter günstigen Bedingungen ausschliesslich aus „Oberflächenwasser" besteht.[3]) Es wird wahrscheinlich nie gelingen, diese Lösung dem Boden

[1]) RAMANN, Bodenkunde S. 65.

[2]) Journal of Phys. Chem. 1910, S. 340—342.

[3]) CAMERON, 8 th. Intern. Congress of Appl. Chem. Bd. XV, S. 43 und 49.

zu entziehen, denn sie wird von den Bodenteilchen mit erheblicher Kraft, dem Druck vieler Atmosphären entsprechend, festgehalten.

In Tabelle I sind nun die Ergebnisse einiger von mir aus der Literatur zusammengestellten Versuche, die Bodenlösung zu gewinnen, zusammengefasst:

(Siehe Tabelle I auf S. 210 u. 211.)

Vorversuche über ältere Methoden.

Zwecks Gewinnung einer Bodenlösung für meine Zwecke habe ich einige von diesen Methoden ausprobiert und miteinander verglichen. Leider konnte ich wegen der Entfernung des Feldes und des Mangels an den nötigen Apparaten die zuletzt erwähnten beiden Methoden, nämlich von Briggs und Mc Call und Cameron, nicht anwenden.

Zuerst wurden einige Versuche durch Aufschütteln oder Anrühren des Bodens mit Wasser ausgeführt, um den Einfluss der Wassermenge und Austrocknung festzustellen. Es stellte sich aufs deutlichste heraus, dass die Menge der gelösten Stoffe mit der Menge des Wassers steigt, aber nicht in demselben Grade. Nebenbei wurde auch beobachtet, dass die gelöste Menge abhängig ist von der Zeit der Einwirkung und Art der Behandlung.

Eine Menge frischer Tonboden, entsprechend 500 g wasserfreiem Boden (mit „wasserfrei" wird im Folgenden bezeichnet ein Boden, der 3 Stunden bei 103—105° getrocknet war), wurde mit so viel Wasser versetzt, dass auf 100 g trockenen Boden genau 200 ccm Wasser kamen. Es wurde jetzt 5 Minuten lang gut durchgerührt, unter Zerkleinerung der Klümpchen, und nach 15 Minuten Stehen auf einen grossen, mit mehreren Filtern versehenen Trichter gebracht und mittels einer Wasserstrahlpumpe abgesaugt. Das Filtrat war ziemlich klar, aber zur völligen Trennung der kolloiden Teilchen wurde es unter Absaugen durch eine dünne Kollodiumhaut filtriert. Dasselbe Verfahren wurde mit vorher an der Luft getrocknetem Boden wiederholt, sowie mit der doppelten Wassermenge. Zum Vergleich wurden auch 100 g Proben mit Wasser 10 Minuten bezw. 1 Stunde kräftig mit der Schüttelmaschine geschüttelt. Von den erhaltenen Filtraten wurden jedesmal 100 ccm in einer Platinschale auf dem Wasserbade eingedampft und im Trockenschrank bei 103—105° 3 Stunden getrocknet. Es ergab sich:

(Siehe Tabelle II auf S. 212.)

Tabelle I.

Forscher	Methode	Lösung enthielt pro Liter: Eindampfrückstand g	Glühverlust g	CaO g	K_2O g	P_2O_5 g	Bemerkungen
Voelcker (um 1855)[1]	Drainwasser	0.452	ca. 0.100	0.159	0.003	0.001	Mittel von 12 Weizenparzellen zu Rothamsted.
Way (um 1855)[1]	Desgl.	0.578	ca. 0.300	0.114	0.001	0.001	Mittel von 4 Hopfenparzellen zu Rothamsted.
Grouven (1858)[1]	Aussüssen mit 3facher Menge Wasser	0.385	0.102	0.078	0.023	0.005	Gartenboden von Heidelberg.
Derselbe	Desgl.	0.328	0.072	0.058	0.030	0.017	Gartenboden von Köln.
Zöller[2]	Lysimeterwässer	0.269	—	0.046	0.007	0.002	Kalkboden, gedüngt und bewachsen, i. Sommer.
Eichhorn (1860)	Boden gesättigt, unter Wasserzusatz filtriert	—	—	0.128	0.115	0.031	Gartenboden, lange ungedüngt.
Wunder (1860)	Boden gesättigt, abgesaugt	—	—	0.080	0.008	Spur	Chemnitzer Versuchsfeldboden, längere Zeit ungedüngt.
Schloesing (1870)[3]	Mit Wasser verdrängt	0.803	ca. 0.350	0.264	0.007	„	Tabakfeld Boulogne, ungedüngt.

Derselbe	Desgl.	1.067	ca. 0.450	0.227	0.159	0.002	Dasselbe, gedüngt.
Derselbe	Desgl.	0.453	ca. 0.150	0.132	0.005	Spur	Weizenfeld, ziemlich schwerer Boden, im Winter.
Derselbe	Desgl.	1.100	ca. 0.600	0.311	0.003	„	Dasselbe, im Sommer.
Briggs u. Mc Call (1904)	Durch „künstliche Wurzel“ aufgesaugt	1.6—2.1	—	—	—	—	Im Sommer konzentrierter als im Winter.
Cameron (um 1907)	Zentrifugiert	—	—	0.013 0.116	0.023 0.046	0.004 0.014	Verschiedene amerikanische Böden.
Sacharow (1906)	3 Minuten mit Wasser angerührt, Tonfilter	0.1—0.5	50 %	45 % d. Basen	—	—	Russische Schwarzerde.
Ischtscherikow (1907)	Mit Holzgeist verdrängt	2.8	2.2	—	—	—	Sandboden mit 18 % Wasser.
Hall und Mitarbeiter (1913)	Mit ca. 2facher Menge Wasser extrahiert	—	—	—	0.027	0.005	Rothamsted, gedüngter Boden.

[1]) Nach King, Bur. of Soils, Bull. 26, S. 16, 23.
[2]) Nach Sachsse, „Agrikulturchemie“ 1888, S. 183.
[3]) Hoffmanns Jahresbericht 1870, S. 27.

Tabelle II.

Bodenmenge in Gramm Trockenmasse	Wasser-menge ccm	Be-handlung	In 100 ccm Flüssig-keit g	Gelöste Menge pro 100 g Boden g
500 g (frischer Boden benutzt)	1000	gerührt (5 Min.)	0.0406 0.0436	0.084
500 g „ „ „	2000	„	0.0270 0.0256	0.105
500 g (lufttr. „ „)	1000	„	0.0476 0.0454	0.093
250 g „ „ „	1000	„	0.0280 0.0306	0.117
100 g „ „ „	200	geschüttelt (10 Min.)	0.0480 0.0474	0.095
100 g „ „ „	200	geschüttelt (1 Std.)	0.0518 0.0562	0.108

Es dürfte also kaum möglich sein, auf diese Weise Näheres über die Konzentration und Natur der wirklichen Bodenlösung zu lernen, obwohl solche Bodenauszüge gewiss in anderen Hinsichten als wertvolle Mittel dienen können, z. B. um die Wirkung von Wasser — sei es nun Überschwemmungs- oder Regen- oder Rieselwasser — auf den Boden annähernd zu beurteilen. Auf die deutlich hervortretende Tatsache, dass ausgetrockneter Boden mehr gelöste Stoffe an Wasser abgibt, als frischer, sei beiläufig hingewiesen. Neu ist diese Beobachtung ja, wie bereits erwähnt, nicht, aber geeignet, manche Versuche anderer Forscher zu beleuchten.

Zur Prüfung der Anwendbarkeit des SCHLOESINGschen Verfahrens auf schwere Böden wurde folgender Versuch ausgeführt: Ein 10 l-Glasgefäss, am unteren Ende mit einem Tubulus versehen, wurde mit 8 kg lufttrockenem, in etwa erbsengrossen Klümpchen gemahlenen Tonboden gefüllt, nachdem die Öffnung erst mit einer porz. Siebplatte, Filtrierpapier und einer dünnen Sandschicht bedeckt war. Der Boden wurde mit einer dünnen, zwischen Filtrierpapier befindlichen Schicht von gereinigtem Seesand bedeckt, welcher dazu beitragen sollte, das an mehreren Stellen auftropfende Wasser über die Oberfläche (von 20 cm Durch-

messer) möglichst zu verteilen. Destilliertes Wasser wurde langsam darauf getropft, bis nach Zusatz von 2.8 l der Boden gesättigt war. Die Verdrängung fand nach 24 Std. Stehen statt, indem das Wasser so langsam aufgetropft wurde, dass nach 1 Std. etwa 150 ccm durchgetropft waren. Die ablaufende Flüssigkeit, welche ganz klar und beinahe farblos war, wurde in Portionen von 250 ccm aufgefangen. 2.75 l wurden verdrängt und dann die Konzentration der einzelnen Portionen durch Eindampfung bestimmt. Diese war in Gramm pro Liter 1.60 bezw. 1.53, 1.57, 1.54, 1.45, 1.46, 1.39, 1.29, 1.15, 1.08 und 0.92. Es scheint also, dass bei dieser Art der Versuchsanordnung man vielleicht nicht ganz mit Unrecht das erste Liter als „verdrängte Bodenlösung" betrachten darf. Der Boden wurde nun mit den Resten der aufgefangenen Flüssigkeit (ca. 1.5 l) übergossen. Die erste Hälfte der nunmehr verdrängten Flüssigkeit hatte eine Konzentration von 0.64 g pro Liter, während die zweite Hälfte 0.71 g pro Liter enthielt. Hieraus ersieht man, dass immer wieder beträchtliche neue Mengen gelöst werden. Dass die zweite Hälfte eine etwas grössere Konzentration aufzeigte, deutet wahrscheinlich darauf hin, dass ihr schon etwas von der aufgegossenen Lösung beigemengt war.

Es wurden nun in einer ähnlichen Weise mehrere solche Versuche vorgenommen, wobei die Konzentration des gesamten ersten Liters als Maßstab diente. Wenn die Verdrängung unmittelbar nach der Sättigung vorgenommen wurde, war der Gehalt der Lösung, in zwei Fällen, 1.23 resp. 1.35 g pro Liter, also merklich niedriger als bei dem ersten Versuch.

Weiter wurde auch derselbe Boden in gröberem Zustande (etwa haselnuss- oder knickergrosse Klümpchen) untersucht. Diesmal genügten zur Sättigung schon 2.2 l Wasser. Durch die Verdrängung, welche 24 Std. nach der Sättigung ausgeführt wurde, wurde eine Flüssigkeit gewonnen, die 1.12 g pro Liter gelöst enthielt. Als die Sättigung des Bodens in der Weise vorgenommen wurde, dass die nötigen 2.2 l Wasser direkt aufgegossen wurden, nach Verschliessen des Tubulus, zeigte sich, dass ein grosser Teil des Wassers durch die weiten Kanäle direkt zu Boden floss und erst allmählich aufgesaugt wurde. Die untere Bodenschicht wurde ganz aufgeweicht und breiig. Als nach 24 Std. der Stopfen entfernt wurde, war das Wasser völlig aufgesaugt. Beim Auftropfen des Verdrängungswassers wurde beobachtet, dass der Boden noch 300 ccm zur völligen Sättigung brauchte. Die ver-

drängte Flüssigkeit hatte diesmal eine etwas höhere Konzentration, nämlich 1.21 g pro Liter.

Es wurde hier auch versucht, den Einfluss einer schnellen Verdrängung zu ermitteln. Eine solche (1 l in $1^1/_2$ Std.) schien nämlich die Konzentration bei feinem Boden etwas zu vermindern. Zu diesem Zwecke wurde der grobe Boden 24 Std. nach der Sättigung mit der gleichen Menge Wasser, als zur Sättigung nötig war, begossen. Nach 80 Min. hatte sich 1 l Flüssigkeit aus dem Boden angesammelt, welche eine Konzentration von 1.08 g pro Liter hatte, also nicht viel von der langsam verdrängten Bodenlösung abwich.

Es sei noch hinzugefügt, dass die für sämtliche Versuche nötige Menge lufttrockener Boden vorher gut durchmischt worden war.

Es wurde nun versucht, denselben Boden, direkt vom Felde genommen, ohne vorhergehende Trocknung und Sättigung, anzuwenden. Wegen der Klebrigkeit des schweren Tons war es sehr schwierig, denselben in den Zylinder zu packen. Der Wassergehalt des Bodens in diesem Zustande war 27.2 % seines Trockengewichtes. Der erste Versuch, die Bodenlösung zu verdrängen, scheiterte daran, dass der Boden durch ein zu starkes Zusammenpressen ganz undurchlässig geworden war. Im zweiten Zylinder war die Lagerung eine viel losere. Nachdem ungefähr 200 ccm aufgetropft worden waren, fing das Wasser an durchzufliessen. Die Konzentration des ersten Liters war in diesem Falle nur 0.29 g pro Liter. Diese gegenüber den früheren Werten sehr grosse Abweichung ist leicht erklärlich; denn hier haben wir es offenbar zu tun mit einer dem Drainwasser ähnlichen Flüssigkeit. Jedes gut kultivierte Feld ist naturgemäss mit einer Anzahl groben Poren versehen, welche normalerweise die Durchlüftung des Bodens und, bei dauerndem Regen, die Durchfuhr des überschüssigen Wassers ermöglichen. Das Drainwasser besteht also nur zum geringeren Teil aus verdrängter Bodenlösung. Als ich diese Flüssigkeit auf den Boden zurückgoss, rieselte eine Lösung durch, die 0.36 g pro Liter enthielt. Diese Erhöhung der Konzentration lässt sich gut erklären durch die Tatsache, dass der Boden sich eine Kleinigkeit zusammengesetzt hatte. Die einzelnen Ergebnisse sind nachfolgend zusammengestellt:

Tabelle III.

Zustand des Bodens	Geschwindigkeit	Konzentration des 1. Liters g	Bemerkungen
Feiner gemahlen, lufttrocken	1 l in $6^1/_2$ Std.	1.56	Gesättigt mit 2.8 l Wasser. Nach dem Sättigen 24 Std. gestanden.
Desgl.	1 l in 6 Std.	1.29	Verdrängung sofort nach dem Sättigen. Mittel von 2 Versuchen.
Grob gemahlen, lufttrocken	1 l in 8 Std.	1.12	Gesättigt mit 2.2 l Wasser. Verdrängung nach 24 Std.
Desgl.	1 l in $7^1/_2$ Std.	1.21	Nach Verschliessen 2.2 l Wasser aufgesogen. Noch 300 ccm zum Sättigen nötig. Nach 24 Std. verdrängt.
Desgl.	1 l in $1^1/_2$ Std.	1.08	24 Std. nach dem Sättigen mit $2^1/_2$ l Wasser begossen.
Frisch vom Felde, Wassergehalt 27.2 %	1 l in 5 Std.	0.29	200 ccm nötig zum Sättigen. Grosse Kanäle vorhanden.

Auf Grund meiner Versuche kam ich zu dem Schluss, dass das Verfahren der einfachen Verdrängung, wie z. B. SCHLOESING oder ISCHTSCHERIKOW dies ausgeführt hat, bei einem schweren Tonboden nicht mit Erfolg benutzt werden konnte. Die Hauptbedingung für die Anwendbarkeit dieser Methoden ist die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Kann man den Boden fest in den Zylinder hineinpacken, so dass kein freier Durchfluss für das Verdrängungsmedium gegeben ist, ohne dabei den Boden ganz undurchlässig für Wasser zu machen, so wird es in der Regel möglich sein, eine mehr oder weniger brauchbare Bodenlösung zu gewinnen. Böden aber, die eine grössere Bindigkeit besitzen, eignen sich hierzu schlecht oder überhaupt nicht. Man kann zwar solche Böden, indem man sie vorher austrocknen und pulvern lässt, bequem in den Apparat einpacken und nun leicht eine Bodenlösung gewinnen. Allein es ist von vornherein klar, dass dieses Verfahren höchstens ein grobes und dazu verzerrtes Bild liefern kann, und genauere Beobachtungen gänzlich ausschliesst.

Mit einem weiteren Teil desselben Bodens habe ich nun versucht, Bodenlösung ungefähr nach den Angaben von VAN

SUCHTELEN zu gewinnen. Zu diesem Zwecke wurde 1 kg lufttrockener und fein gemahlener Boden der schon mehrfach benutzten Art auf ein grosses Gooch-Filter gebracht, auf den Asbestboden festgedrückt und vorsichtig mit der nötigen Menge Wasser (350 ccm) gesättigt. Nach einem Tage wurde der Boden mit ungefähr 500 ccm Paraffinöl überschichtet und schwach mit der Wasserstrahlpumpe abgesaugt. Erst bei stärkerer Evakuierung konnte etwas Filtrat gewonnen werden. Bei allen solchen Versuchen war die Ausbeute immer verhältnismässig klein, obwohl auch später mit der Quecksilber-Vakuumpumpe evakuiert wurde. Gewöhnlich waren schon nach kurzer Zeit Öltropfen in das Filtrat gelangt, welche sich bald vermehrten. Der Boden bekam dann Risse und die in die Saugflasche hineinströmende Luft unterbrach nunmehr das Filtrieren. Die Konzentration der erhaltenen Lösung war 1.82 g pro Liter.

Bei den Versuchen mit Boden frisch vom Felde hatte ich auch hier wieder die genannte Schwierigkeit, dass der Boden sich nicht befriedigend einpacken liess. Um überhaupt das Saugen zu ermöglichen, war es gewöhnlich nötig, einen Teil der Erde direkt in Brei umzuwandeln.

Tabelle IV.

Zustand des Bodens	Wassergehalt %	Wassermenge pro Kilogramm wasserfreien Bodens abgesaugt ccm	Konzentration pro Liter g
Feiner gemahlen	gesättigt (39.2)	95	1.82
Grob gemahlen	„ (36.7)	80	1.75
Frisch vom Felde . . .	27.5	35	1.23

Auf Grund der obigen Versuche erschien es mir in hohem Maſse wünschenswert, die Bodenlösung auf einem anderen Wege zu gewinnen; denn, wie geeignet die untersuchten Methoden sich sonst auch gezeigt haben mögen, für einen schweren, naturfrischen Erdboden wie z. B. meinen Versuchsboden, liessen sie sich kaum anwenden. Das Zentrifugierverfahren ferner lag ausserhalb meines Bereiches.

Das Auspressen.

Es blieb nur noch die Möglichkeit des Auspressens. Nun sollen zwar ältere Versuche[1]) über das Auspressen des Bodens gelehrt haben, dass man auf diesem Wege keine wahre Bodenlösung zu gewinnen imstande sei.[2]) Da das agrikultur-chemische Laboratorium nun über eine kräftige Presse verfügte, lag es nahe, das Auspressverfahren einer genaueren Prüfung zu unterwerfen, zumal da die sonst üblichen Methoden hier alle mehr oder weniger versagten. Die Presse hat einen polierten eisernen Boden, umgeben von einer Rinne mit Abfluss. Auf diesem Boden steht ein durchlöcherter Behälter von 20 cm Durchmesser, in welchen ungefähr 15 kg Erde gefüllt werden können. Der Druck wird auf die Oberfläche ausgeübt und kann bis 5000 kg, also 16 kg auf das Quadratzentimeter, gleich ebensoviel Atmosphären, gesteigert werden. Zu meinem ersten Pressversuch habe ich 5 kg von demselben lufttrocknen Boden, wie für die vorher besprochenen Versuche, benutzt. Dieser wurde zuerst in einem grösseren Gefäss mit 1.62 l Wasser gesättigt und nach einem Tage in die Presse, die vorher mit einem gereinigten Presstuch ausgelegt worden war, gebracht. Anfangs wurde schwach, aber bald mit dem vollen Druck, gepresst. Der Druck musste zuerst durch häufiges Nachpressen konstant gehalten werden, aber nach einigen Stunden war das Nachlassen des Druckes erheblich kleiner geworden. Nach etwa 7 Std. wurde der Versuch unterbrochen. Ausgepresst waren 830 ccm einer ziemlich klaren, schwachgelben Flüssigkeit, die eine Konzentration von 2.25 g pro Liter hatte.

Dass die Konzentration der gewonnenen Lösung in diesem Falle merklich höher war, als bei den beiden Verdrängungsverfahren, ist vielleicht darauf zurückzuführen, dass durch das starke Auspressen nicht nur die in den grösseren Poren befindliche Flüssigkeit, sondern auch ein Teil des fester gehaltenen Wassers, welches auf Grund des engeren Berührens mit den Bodenteilchen, eine höhere Konzentration hatte, abgegeben wurde. Wenn man diese Zahlen auf wasserfreien Boden umrechnet, ergibt sich, dass

---

[1]) Russell-Brehm, Boden und Pflanze, 1914, S. 83.

[2]) Herr Geheimrat Prof. Dr. B. Tollens hat sich in liebenswürdiger Weise bemüht, mir über frühere Verwendung des Pressverfahrens und diesbezügliche Literatur wertvolle Angaben zu machen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle danke. Vergl. auch S. 226.

der gesättigte Boden vor dem Pressen 39.4 %, nach dem Pressen 21.9 % Wasser erhalten hat. Durch längeres Pressen, oder bei Anwendung kleinerer Bodenmengen, konnte der Boden ohne Schwierigkeit bis auf einen Wassergehalt von 20 % ausgepresst werden. Da nun in den natürlichen Verhältnissen dieser Boden häufig einen viel höheren Wassergehalt als 20 % zeigte, war diese Methode imstande, eine genügende Menge Bodenflüssigkeit, ohne vorherigen Wasserzusatz zum Boden, zu liefern. In bezug auf Einfachheit und Kosten war auch das Auspressen den anderen Methoden vorzuziehen. Auf Grund dieser Beobachtungen schien es also, dass zur Gewinnung der Bodenlösung aus einem schweren Tonboden die Methode des einfachen Auspressens allen anderen versuchten Methoden überlegen ist, so dass es mir berechtigt schien, bei meinen Versuchen dieser Methode den Vorzug zu geben. Obwohl man nicht ohne weiteres behaupten kann, die durch Auspressen erhaltene Bodenlösung entspreche in allen Hinsichten der wirklichen Bodenlösung, scheint dieses Verfahren doch viel mehr Beachtung, als ihm bis jetzt zuteil geworden ist, zu verdienen. Denn man kann auf diesem Wege aus einem feuchten, frischen Boden, ohne vorherige Austrocknung oder Wasserzusatz, in kurzer Zeit eine Bodenlösung gewinnen, deren Konzentration nicht beeinflusst wird durch die willkürliche Lagerung des Bodens im Apparat. Dass durch den Druck das Gleichgewicht zwischen Gelöstem und Ungelöstem erheblich verschoben wird, ist für unseren Fall unwahrscheinlich. Möglich scheint aber, dass die Konzentration der Pressflüssigkeit wesentlich durch den Wassergehalt des Bodens und den Grad des Auspressens beeinflusst werden kann. Da nun naturgemäss Bodenproben von verschiedenem Wassergehalt zur Auspressung gelangen und da es nicht immer möglich ist ganz gleichmässig auszupressen, erscheint es wichtig, über diese Frage möglichst Klarheit zu erhalten. Um dies zu untersuchen, wurde eine Reihe von Versuchen mit verschiedenen Böden im Winter 1914/15 vorgenommen. Boden A der nachstehenden Tabelle war ein schwerer Lehmboden, von einem bewachsenen, seit längerer Zeit unbearbeiteten Felde in der Nähe des Institutes; Boden B stammte von einem kurz vorher gepflügten, sehr schweren Tonboden; während C einem aus Topfversuch-Rückständen entstandenen Haufen Erde, von sandig-lehmiger Beschaffenheit, entnommen war. Die Proben von demselben Felde

wurden möglichst von derselben Stelle und zu gleicher Tiefe genommen, und, wo tunlich, erst miteinander vermischt.

(Siehe Tabelle V auf S. 220 u. 221.)

Die Lösungen, wie sie von der Presse abflossen, waren gewöhnlich von einer schwach-gelblichen Farbe und so klar, dass sie nach Filtrieren durch dichtes Filtrierpapier und einigem Stehen direkt für die nötigen Bestimmungen benutzt werden konnten. Die Presse wurde nach jedem Versuch gereinigt und zum Schutze des Eisens mit Paraffinöl abgerieben. Wenn der Boden längere Zeit (z. B. über Nacht) in der Presse blieb, war der letzte Teil der Lösung gewöhnlich trüb und schmutzig-grün. Aber auch in solchen Fällen war die Menge des Eisens in der erhaltenen Flüssigkeit sehr gering und betrug niemals mehr als 0.01 g pro Liter. Das Presstuch (aus ungebleichtem Nessel) wurde vor dem ersten Gebrauch wiederholt ausgewaschen und zuletzt noch eine Zeitlang in heissem destillierten Wasser gelassen. Es wurde dann erst eine kleine Menge der zu untersuchenden Erde ausgepresst, und nunmehr das feuchte Tuch für die Untersuchungen benutzt. Bei der Bestimmung der Konzentration wurden die ersten paar Kubikzentimeter der Lösung, sowie die im Tuche festgehaltene Menge, nicht berücksichtigt. Nach Beendigung eines Versuches wurde das Tuch schwach ausgepresst und für die nächste Probe, falls sie nicht von einem anderen Boden herrührte, benutzt. Das Presstuch musste nach 3—4 Proben ersetzt werden, da sich dann gewöhnlich kleine Risse und Löcher zeigten. Der Druck wurde allmählich vergrössert, bis das Maximum — 5000 kg — erreicht war. Es musste anfangs wiederholt nachgepresst werden, bis zuletzt der Druck ziemlich konstant blieb. Die Menge der ausgepressten Flüssigkeit wurde zuerst durch eine Wassergehalts-Bestimmung der Probe, vor und nach dem Pressen, ermittelt; aber später wurde dies unterlassen, denn die durch direktes Wägen gefundenen Werte stimmten hiermit gut überein.

Kurz zusammengefasst lehren diese Versuche folgendes:

1. Verschiedene Bodentypen liefern Pressflüssigkeiten von verschiedener Konzentration. Siehe auch unter 3, S. 223.

2. Die Verdunstung des Wassers von der feuchten Pressmasse beträgt ungefähr 20 ccm bei einer Pressdauer von 4 Std.

Tabelle V.

Bodenart	Bodenmenge auf „wasserfrei" berechnet g	Feuchtigkeitsgrad	Ausgepresst	Pressdauer Std.	Verdunstet ccm	Konzentration pro Liter g	Bemerkungen
Lehmboden: Bewachsen, aber seit längerer Zeit unbebaut	a) 1185	315 ccm (26.6 %)	95 ccm (bis auf 18.6 %)	6	20	1.99	a) u. b) vorher durchmischt und etwas an der Luft getrocknet. Stark gepresst.
	b) 3950	1050 ccm (26.6 %)	260 ccm (bis auf 20.0 %)	5	25	1.82 2.02	Portionen von 120 und 100 ccm.
	c) 5910	2090 ccm (35.4 %)	800 ccm (bis auf 21.8 %)	45	150	1.10 2.14	Portionen von 300 und 250 ccm. Vor dem Pressen 300 ccm Wasser zugesetzt.
	d) 2935	865 ccm (29.5 %)	165 ccm (bis auf 23.8 %)	$1^1/_2$	10	1.37	Nur 100 ccm untersucht, schwach gepresst. Nach Glühen 0.99 g Rückstand fürs Liter.
	e) 2780	920 ccm (33.1 %)	300 ccm (bis auf 22 3 %)	4	30	1.85	Nur 200 ccm untersucht. Nach Glühen 1.16 g.
	f) 6000	2000 ccm (33.3 %)	630 ccm (bis auf 28.8 %)	10	65	1.26 1.98 2.50	Proben v. 200, 150, 100 ccm. e) und f) vorher durchmischt.
Tonboden: Gedüngt und bearbeitet	a) 3700	900 ccm (24.3 %)	200 ccm (bis auf 18.9 %)	$5^1/_2$	25	2.50	Nur 100 ccm untersucht, stark gepresst, lufttrockener Boden, mit Wasser befeuchtet.

	b) 2570	735 ccm (28.6 %)	165 ccm (bis auf 22.2 %)	4	15	2.03	Geglüht 1.48 g.
	c) 2510	990 ccm (39.4 %)	285 ccm (bis auf 28.1 %)	$2^1/_2$	15	1.54	Vor dem Pressen 250 ccm Wasser zugesetzt, schw. gepresst. 200 ccm untersucht.
	d) 2570	730 ccm (28.4 %)	215 ccm (bis auf 20.0 %)	$3^1/_2$	50	2.47	Portionen von 60 u. 70 ccm untersucht, über Nacht in der Presse gelassen. b) u. d) vorher durchmischt.
Lehmboden:	a) 2950	800 ccm (27.1 %)	230 ccm (bis auf 19.3 %)	24	65	3.74	Stark gepresst, nur letzte 50 ccm aufgefangen.
Sandig, salzreich, Topfversuchrückstände	b) 4650	1200 ccm (25.8 %)	250 ccm (bis auf 20.4 %)	5	50	4.35	Etwas an d. Luft getrocknet, 100 ccm untersucht.
	c) 5830	1670 ccm (28.6 %)	460 ccm (bis auf 20.8 %)	30	110	5.07 4.00 3.57	c), d) und e) durchmischt. Portionen von 50, 100, 150 ccm untersucht, geglüht 2.87, 2.00 u. 2.00 g.
	d) 4290	1210 ccm (28.2 %)	320 ccm (bis auf 20.7 %)	2	10	4.66	Stark gepresst.
	e) 4270	1230 ccm (28.8 %)	300 ccm (bis auf 21.8 %)	3	25	4.99	Geglüht 3.58 g.

Sie ist natürlich von der Wärme und Luftfeuchtigkeit abhängig. Bei kurzer Dauer des Versuches ist die verdunstete Menge sehr klein im Verhältnis zu der aufgefangenen Menge, aber wenn es sich um die späteren Teile der Pressflüssigkeit handelt, muss die Verdunstung berücksichtigt werden.

3. Ein ziemlich grosses Abweichen untereinander zeigten oft Pressflüssigkeiten von Proben desselben Bodens trotz gleichartiger Behandlung. Dies kann nicht wundernehmen, wenn man bedenkt, dass der feuchte Boden nur eine mangelhafte Durchmischung gestattete, und dass auch die chemische Analyse von sogar gut durchmischten Bodenproben häufig grosse Abweichungen zeigt. Ferner sei auf die Versuche von HALL[1]) hingewiesen, woraus hervorgeht, dass die Bodenlösung sich wesentlich nur in einer vertikalen Richtung bewegt, d. h. dass unter Umständen die Bodenlösungen angrenzender Stellen ganz verschieden sein können. Durch Zentrifugieren, sowie durch Aufschütteln des Bodens mit Wasser gewann auch CAMERON[2]) Lösungen, die zuweilen für Proben desselben Bodens ebenso grosse Abweichungen zeigten, als für Böden aus verschiedenen Gegenden. Die Bodenlösung ist also nicht — ebensowenig wie der Boden — durchaus einheitlich, und mitunter grossen Schwankungen unterworfen. Immerhin zeigen unsere Pressproben von demselben Boden eine gar nicht unbedeutende Übereinstimmung, wenn man die fraglos irgendwie beeinflussten Proben ausschaltet. Wir erhielten bei dem Lehmboden als Konzentration für das Liter

1.99 g	
1.92	{ 1.82 g { 2.02 „
2.14 g	(die Probe mit 1.10 g im Liter ist ziemlich fraglos durch den vor dem Pressen gemachten Wasserzusatz bedingt, daher nicht massgebend)
1.85 g	(die Probe mit 1.37 g im Liter ist wohl der nur schwachen Pressung halber, nur bis auf 23.8 % Wassergehalt, nicht konzentriert genug ausgefallen, und daher nicht massgebend)
1.91 g	(Mittel der drei Untersuchungen beim Pressen der letzten Bodenprobe, die im Liter 1.26, dann 1.98 und 2.50 g ergab. Berechnet man im Verhältnis der aufgefangenen Mengen, so ergibt sich 1.78 g. Da die
Durchschnitt: 1.96 g ± 0.03	

[1]) HALL, Fertilisers und Manures, 1912, S. 289.
[2]) Journal of Phys. Chem. 1910, S. 353—362.

drei untersuchten Proben 200, 150 und 100 ccm enthielten, ingesamt aber 630 g abgepresst wurden, so ist nicht zu sagen, ob der Wert 1.91 oder der Wert 1.78 die grössere Berechtigung hat).

Beim Tonboden ergibt sich, wenn man die einzige Bestimmung, der Wasser zugesetzt und die dann nur schwach abgepresst wurde, die daher voraussichtlich zunächst zu geringe Konzentration ergeben musste, abzieht, ein Gehalt im Liter von

2,50 g
2.04 „
2.49 „ { 2.47
2.51

Durchschnitt: 2.34 g ± 0.11

Der Tonboden weist also gegenüber dem Lehmboden eine Konzentrationsvermehrung von 0.38 g ± 0.11 im Liter auf, die sich also in 98 von 100 Fällen noch nachweisen lassen muss, da sie innerhalb bezw. beim 3.5 fachen wahrscheinlichen Fehler liegt.

Der sandige Lehmboden endlich bietet uns

3.74 g
4.35 „ { 5.07
4.21 „ { 4.00
4.66 „ { 3.57
4.99 „

Durchschnitt: 4.39 g ± 0.14

Dieser Wert zeigt den beiden anderen untersuchten Böden gegenüber eine so grosse Erhöhung, dass diese stets wiedergefunden werden muss.

Es erscheint zunächst unmöglich, aus den angeführten Resultaten zu einem bestimmten Schlusse über den Einfluss des Auspressungsgrades zu gelangen, denn bald nimmt die Konzentration zu, bald ab. Bei genauerer Betrachtung aber scheint es, als ob die allmähliche Steigerung bezw. Verminderung der Konzentration der Bodenlösung in erster Linie mit der Absorptionskraft des Bodens und mit seinem Gehalt an leichtlöslichen Stoffen zusammenhängt. Das Gleichgewicht, welches im Boden zwischen Gelöstem und Ungelöstem besteht, ist dauernd Störungen ausgesetzt, da der Gehalt an Wasser und an leichtlöslichen Stoffen im Boden ständig im Wechseln begriffen ist. Obwohl man annimmt, dass das Gleichgewicht sich rasch wieder für neue Verhältnisse ein-

stellt,[1]) erscheint es nicht unwahrscheinlich, dass verschiedene Teile der Bodenlösung in derselben Probe zuweilen bedeutende Differenzen aufweisen können. So kann vielleicht kurz nach einer Regenperiode die Flüssigkeit in den weiteren Poren merklich verdünnter sein als die in den feineren. Andererseits könnte man vermuten, dass bei einem unnatürlich hohen Gehalt an leichtlöslichen Stoffen der Teil der Bodenflüssigkeit, der in enger Berührung mit den Bodenteilchen, zumal den humushaltigen, steht und von diesen gewissermassen festgehalten wird, eine geringere Konzentration als der freibewegliche Teil haben kann.[2]) Mit anderen Worten, das scheinbar einfache System, Bodenteilchen: Wasser, besteht möglicherweise aus mehreren Stufen, je nach der Art der Berührung des Wassers mit den Bodenbestandteilen, so dass die Flüssigkeit im Boden sich in mehrere Teile einteilen lässt, die sich durch verschiedene Konzentration und Beschaffenheit auszeichnen.

Kehren wir zu unserem Versuch zurück: bei Boden A zum Beispiel wurde die Pressflüssigkeit allmählich konzentrierter, weil hier wahrscheinlich die Lösung in den grösseren Poren verdünnter war als in den kleineren. In diesem Falle kommt vielleicht auch noch in Betracht, dass die sehr verdünnte Flüssigkeit bei engerer Berührung mit den Bodenteilchen eine lösende Wirkung auszuüben vermag. Boden C dagegen, welcher reichlich mit leichtlöslichen Stoffen gedüngt worden war, zeigte eine allmähliche Abnahme der Konzentration der Pressflüssigkeit. Den Vorgang kann man sich vielleicht so vorstellen, dass zuerst die Lösung in den weiteren Poren unverändert austritt, alsbald aber durch den zunehmenden Druck auch ein Teil der verdünnteren, festergebundenen Lösung herausgepresst wird.[3]) Auch die Möglichkeit, dass die Absorption eines Bodens zunimmt bei engerer Berührung

[1]) CAMERON, Journal of Phys. Chem. 1910, S. 370.

[2]) A. KÖNIG, Landw. Jahrbücher Bd. 11, 1882, S. 33.

[3]) Einen interessanten Vergleich erlauben die vielen Versuche mit Rübenpresssäften, woraus hervorgeht, dass der Zuckergehalt abnimmt bei zunehmendem Pressdruck, z. B. F. SCHULZE (BIEDERMANNS Zentralblatt 1880, S. 133), F. SACHS (B. Z. 1880, S. 536), CHEVRON (B. Z. 1887, S. 194) u. a. Vergl. hierzu die Ansicht von SCHEIBLER über „Kolloidwasser" des Rübenmarkes (B. Z. 1880, S. 138) und von TOLLENS (B. Z. 1881, S. 125, Fussnote) und CHEVRON (B. Z. 1887, S. 196) über das Vorhandensein in der Rübe von mehrerlei Saftarten von verschiedener Konzentration. Literatur in der Zeitschrift des Vereins für Rübenzuckerindustrie d. deutschen Reiches (siehe Festschrift d. Vereins 1900, S. 307—309.

zwischen Bodenteilchen und Lösung, dürfte in gewissen Fällen mitspielen. Klarheit besteht indessen gewiss über diese Fragen noch nicht.

Ohne der rein physikalischen Absorption des Bodens eine zu grosse Bedeutung beimessen zu wollen, möchte ich noch hier die Eigenschaft des Bodens, bald positiv, bald negativ,[1]) je nach der Art der Stoffe, adsorbieren zu können, anführen. Tritt nämlich durch den gesteigerten Druck eine Änderung in den Adsorptionsverhältnissen ein, so ist hiermit die Möglichkeit sowohl für eine Steigerung der Konzentration der Bodenlösung als auch für eine Verminderung gegeben. In der Regel aber werden wir wohl annehmen können, dass die verschiedenen Teile der aus ein und derselben Probe gepressten Flüssigkeit ziemlich einheitlich sein werden, obwohl es mir scheint, dass die Ansicht, die dem „Oberflächenwasser" (d. h. der Schicht, welche den Bodenteilchen direkt anhaftet) in den meisten Fällen eine höhere Konzentration als dem übrigen Bodenwasser zuspricht,[2]) bisher immer noch nicht von der Hand zu weisen ist.

Inwiefern meine Erklärungsversuche zutreffen, lässt sich aus diesem und den später ausgeführten Versuchen noch nicht sicher entscheiden. Wie dem auch sein mag, man ersieht doch deutlich, dass die Konzentration der Lösung je nach den Umständen erheblich wechseln kann. Man tut deshalb gut, bei der Auspressung wenigstens die verschiedenen Proben desselben Bodens soweit möglich gleichartig zu behandeln. Vor allen Dingen soll der Wassergehalt möglichst gleich sein.

Wir sehen demnach, dass, trotz der erheblichen zu überwindenden Schwierigkeiten und der natürlichen Verschiedenheit der Bodenlösung, wir doch mit unseren Ergebnissen, die wohlgemerkt nur bei den ohnehin weit schwieriger zu behandelnden, schweren Böden gewonnen wurden, nicht unzufrieden sein können. Man wird bei der nötigen Bescheidenheit sagen dürfen, dass es zum erstenmal gelungen ist, aus schweren, naturfrischen und nicht irgendwie ausgetrockneten, oder anderweit behandelten Ackerhöden eine innerhalb mässiger Fehlergrenzen brauchbare Bodenlösung zu gewinnen. Natürlich bleibt noch ein weites Feld für die Vervollkommnung der Methode.

---

[1]) P. Ehrenberg, Die Bodenkolloide 1915, S. 23/24, 242/244.

[2]) King, Yearbook of the U. S. A. Depart. of Agric. 1903, S. 167.

4. Durch Wasserzusatz zum Boden wird die Konzentration der Lösung herabgedrückt. Die Konzentration scheint aber nicht direkt umgekehrt proportional dem Wassergehalt zu sein — entsprechend dem was wir früher beim Aufschütteln des Bodens mit verschiedenen Wassermengen gesehen haben (S. 212, Tab. II).

5. Wieweit stärkeres Pressen die Konzentration der erhaltenen Bodenlösung beeinflusst, ist noch nicht mit Sicherheit anzugeben. Wahrscheinlich wird sie für gewöhnlich bei merklich schwächerem Pressen innerhalb gewisser Grenzen geringer sein. Ebensowenig ist bisher über die Konzentration im Verlaufe längeren Abpressens etwas Bestimmtes zu sagen.

Es dürfte noch interessant sein, die Verweisungen über das Auspressen in der Literatur (von denen ich die meisten der Güte des Herrn Geheimrat TOLLENS verdanke) hier kurz anzuführen. Bereits KNOP[1]) erwähnt, dass man versucht hat, den Boden auszupressen. Über das Resultat solcher Versuche sagt er nichts, meint aber, dass man durch Pressen dem Boden Gewalt antut und deshalb keine wirkliche Bodenlösung bekommen kann. Die von KNOP erwähnten Versuche konnte ich leider nicht auffinden. Ebensowenig lässt sich die Angabe von RUSSELL (Boden und Pflanze, S. 83) näher prüfen. In den „Landw. Versuchs-Stationen" Bd. 5 (1863), S. 214/15 befindet sich eine kurze Beschreibung der Auspressung von mit Salzen vermischtem Torf.[2]) Es konnte nämlich KARMRODT aus feuchtem Torf, welchem mit der Luftpumpe kein Wasser entzogen werden konnte, durch Pressen eine beträchtliche Menge Flüssigkeit gewinnen. 1000 g lufttrockner (= 760 g wasserfreier) Torf wurden mit 16 g Nährsalzen (NH_4-, K-, Na-Phosphat und Carbonat) vermischt, mit 1200 ccm Wasser begossen und nach 8 Tagen ausgepresst. Ungefähr 570 ccm Flüssigkeit, mit einer Konzentration von 3 g pro Liter, konnten ausgepresst werden. Ein zweiter Versuch, wobei salzhaltiger, mit Wasser gesättigter Torf zur Untersuchung kam, ergab, dass „durch das Pressen keine ungelösten, absorbierten Stoffe in Lösung versetzt werden".[3]) Die Flüssigkeit wurde nämlich in 3 Teilen gewonnen: a) durch die Luftpumpe, b) durch schwaches Pressen, c) durch starkes Pressen. Die Konzentration sämtlicher Teile war dieselbe.[4])

---

[1]) Der Kreislauf des Stoffes, 1868, S. 513.
[2]) Zitiert durch W. SCHUMACHER.
[3]) Landw. Versuchs-Stationen 1863, S. 215, Fussnote.
[4]) Vergl. hiermit meinen Befund S. 224.

In neuerer Zeit ist von Keppeler-Hannover bei seinen Versuchen über die Torfverwertung das Pressverfahren angewandt und eingehend untersucht worden.[1]) Der erste Teil des Wassers wird verhältnismässig leicht abgepresst, wird daher von ihm als zwischen den Fasern sitzend bezeichnet, zum Unterschied von dem festgehaltenen „Quellungswasser". Ein Teil des Quellungswassers lässt sich nach $MgCl_2$-Zusatz ziemlich leicht abpressen. Das Festhalten des Wassers beruht deshalb nach Keppeler wesentlich auf der kolloiden Struktur. Daher kann man auch aus einem fetten, salzarmen Ton bei noch 30—35 % Wassergehalt Wasser nur mit Schwierigkeiten abpressen.

An dieser Stelle möchte ich noch kurz auf die Versuche von Ischtscherikow hinweisen.[2]) Sein Verfahren besteht, wie schon erwähnt, darin, dass man den Boden in einen Zylinder leicht zusammendrückt, und dann die Bodenlösung mit einer Flüssigkeit, die leichter als Wasser ist und den Boden benetzen kann, verdrängt. So wurden z. B. 100 g trockener Sandboden in ein Glasrohr eingefüllt, mit 10 ccm Wasser benetzt, und dies dann mit Holzgeist verdrängt. Es sammelte sich 8 ccm Wasser an, bevor der Alkohol sich im Filtrat merken liess. Bei einem zweiten Versuch wurde die gleiche Menge Sand mit 20 ccm Wasser befeuchtet und konnten 16.5 ccm verdrängt werden. Es ergab sich, dass 7 ccm der ersten Lösung nach dem Trocknen bei 105° C. 0.0261 g Rückstand hinterliessen, d. h. 0.037 g in 10 ccm, während die zweite Lösung nur 0.0187 g in 10 ccm enthielt, d. h. auf die 20 ccm Wasser, die hier benutzt worden waren, gegen 10 ccm beim ersten Versuch, gleichfalls 0.037 g Eine weitere Untersuchung, wobei 300 g Sandboden mit 53 ccm Wasser benetzt und die Lösung in Portionen von 15 ccm, 20 ccm und 17 ccm aufgefangen wurde, ergab für die erste Portion einen Eindampf-Rückstand von 0.0411 g, und für die gleiche Menge der zweiten Portion 0.0425 g; die dritte Portion, die schon etwas Alkohol beigemengt enthielt, war verdünnter, da der Alkohol vermutlich eine Ausfällung herbeigeführt hatte. Aus diesen und ähnlichen Versuchen zog Ischtscherikow die Schlüsse:

[1]) „Einige Probleme der technischen Torfverwertung"; Sonderabdruck a. d. Mitt. d. Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche (Nr. 7) 1914.

[2]) Expt. St. Record Bd. 19, S. 409 u. Russ. Journ. Expt. Landw. 1907, S. 165.

1. Der Verlust an Wasser durch Verdunstung betrage ungefähr 1 ccm für jeden Zentimeter Durchmesser des Zylinders.
2. Die Verdrängung könne sehr schnell verlaufen.
3. Man könne auch bei sehr niedrigem Wassergehalt des Bodens noch einen Teil der Bodenlösung verdrängen.
4. Die Menge der gelösten Stoffe sei eine Funktion der Zeit der Berührung zwischen Boden und Wasser.
5. Die verschiedenen Teile der aufgefangenen Lösung aus derselben Probe seien gleich konzentriert.
6. Die Konzentration der Lösung sei direkt umgekehrt proportional dem Wassergehalt des Bodens.

Da diese Befunde aber lediglich auf Versuchen mit ausgesprochenem Sandboden basiert sind, dürften sie keine allgemeine Gültigkeit haben. Dass ja die Zeit der Einwirkung des Wassers auf den Boden von Bedeutung sein kann, fällt nicht schwer anzunehmen; ebenso ist es wahrscheinlich, dass oft die einzelnen Portionen der Bodenlösung — sei sie verdrängt, abgesaugt oder ausgepresst — die gleiche Konzentration haben können. Weniger leicht lässt sich aber annehmen, dass im allgemeinen die Konzentration der Bodenlösung im gleichen Grade abnimmt, wie der Wassergehalt zunimmt, d. h. dass die Menge der Gelösten gleichbleibt bei verschiedenen Wassermengen. Im Gegenteil[1]) lehrt die Erfahrung, dass, je grösser die Wassermenge in Berührung mit dem Boden, desto grösser auch die Menge, die in Lösung geht, ist obwohl allerdings die Konzentration der Lösung mit wachsender Wassermenge ständig sinkt.[2]) Zu demselben Schlusse gelangt man durch folgende Betrachtung: Man denkt sich eine Menge Erde, die a + b Gramm leicht lösbare Stoffe, die durch den Boden, sei es durch chemische Kräfte, durch Oberflächenwirkung oder als feste Lösung,[3]) festgehalten sind, enthält, mit 1 l Wasser durchfeuchtet. Vermöge seiner Absorptionskraft gibt der Boden nun nicht die volle Menge a + b an das Wasser ab, sondern es entsteht das Gleichgewicht $a/b = k_1$, wo a die gelöste Menge und b die zurückgehaltene Menge ist. Wenn nun statt 1000 ccm bloss 500 ccm dem Boden

[1]) Vergl. A. MITSCHERLICH, Landw. Jahrbücher Bd. 36, 1907, S. 312; Bd. 39, 1910, S. 317.

[2]) RAMANN, Bodenkunde 3. Aufl., S. 64.

[3]) Vergl. EHRENBERG, Die Bodenkolloide, S. 240—253.

zugesetzt werden, würde die Konzentration der entstehenden Bodenlösung, falls wieder die gleiche Menge a in Lösung geht, 2mal so gross sein als in dem ersten Falle. Da aber die Absorption in erster Linie bedingt wird durch die Konzentration der mit den Bodenteilchen in Berührung stehenden Lösung, würde jetzt auch ein Teil der Menge a vom Boden absorbiert werden, bis das Gleichgewicht $k_2 = (a - c)/(b + c)$ sich eingestellt hat. Die Konzentration der zweiten Lösung ist also kleiner als 2mal die Konzentration der ersten. (Die Menge c hängt von der Bodenart ab: bei schweren Böden, besonders kolloider Natur, kann sie häufig eine beträchtliche Grösse, die aber immer weit unterhalb $^1/_2$ a bleibt, erreichen, wogegen bei Sandböden sie meistens sehr klein sein wird.) Im allgemeinen: je feinkörniger der Boden, desto stärker ist seine Absorption, und desto besser der lösende Einfluss verschiedener Wassermengen bemerkbar. Dass in den Ischtscherikowschen Versuchen eine grössere Wassermenge nicht mehr als eine kleinere Menge zu lösen vermocht hat, kann vielleicht dadurch erklärt werden, dass, erstens, die für die Auflösung in Betracht kommenden Stoffe alle in sehr leicht löslicher Form den Bodenkörnern oberflächlich anhafteten, und zweitens, dass der benutzte Boden so grobkörnig war, dass von Absorption keine Rede sein konnte (d. h. dass $c = 0$ war). Selbstverständlich würde bei solch einem Boden die Verdrängung sehr schnell vonstatten gehen können und würde es auch noch bei niedrigem Wassergehalt gelingen, etwas Bodenflüssigkeit zu verdrängen. Bei den meisten Ackerböden aber, ausgenommen sehr leichte Bodenarten, dürfte dies nicht zutreffen.

Der Hauptversuch.

Nachdem ich festgestellt hatte, dass das Auspressungsverfahren ganz brauchbare Bodenlösungen ergab, konnte nunmehr zu dem Hauptversuch übergegangen werden. Die ersten Vergleichsuntersuchungen über die Bodenlösung wurden Ende März 1915 angefangen, d. h. unmittelbar nach Wintersende, bei der ersten Gelegenheit, als der Acker gangbar war. Beinahe bis Mitte März war das Feld noch gefroren, worauf eine Regenperiode eintrat. Bei der Probenahme, welche am 28. März erfolgte, musste darauf geachtet werden, dass das Versuchsfeld bestellt war (mit Winterweizen). Teilweise aus diesem Grunde,

aber hauptsächlich wegen des u. U. starken Schwankens der Konzentration der Bodenlösung wurde beschlossen, keine grossen Bodenmengen von derselben Stelle, sondern eine Durchschnittsprobe für die ganze Parzelle zu entnehmen. Zur Untersuchung wurden nur eine Kalk- und eine Stallmistparzelle des Feldes herangezogen, weil es an der Zeit fehlte, noch andere Parzellen zu untersuchen. Die Düngung der beiden Parzellen war für die Jahre 1906—1914 (pro 25 a):

(Siehe Tabelle VI auf S. 231.)

Die Probenahme geschah in der Weise, dass durch die ganze Parzelle jedesmal auf einige Schritte Entfernung ein kleiner Spaten voll Erde zwischen den Reihen entnommen wurde, nachdem erst eine ca. 5 cm dicke Schicht beiseite geschaufelt war. Die Erde wurde zur Tiefe der vollen Spatenlänge (15—20 cm) ausgestochen. Auf diese Weise wurden zwei Gesamtproben von jeder Parzelle genommen und in Säcken nach dem Institut gebracht. Hier wurde nun in einer grossen Wanne jede Probe für sich nach Möglichkeit zerkleinert und durchmischt, und dann bis zur Auspressung in grossen, mit Pergamentpapier dicht zugebundenen Glasgefässen aufbewahrt. Durch Feuchtigkeits-Bestimmungen war kein nennenswerter Wasserverlust während der Aufbewahrungsfrist zu konstatieren. Es wurden immer Mengen von 5—6 kg Erde in den Pressapparat gebracht und nur ca. 6 Stunden in der Presse gelassen, damit 2 mal am Tage ausgepresst werden konnte, um nicht die Proben allzulange in Aufbewahrung zu halten; denn das Aufbewahren ist gewissermassen ein Übelstand, da es gar nicht ausgeschlossen ist, dass während dieser Zeit die natürliche Bodenlösung Störungen unterliegt. Unter den vorhandenen Umständen war es aber kaum möglich, anders zu verfahren. Würde man andererseits jede einzelne Probe erst unmittelbar vor dem Pressen dem Boden entnehmen, so würde man wieder auf einen noch stärker hindernden Faktor, den wechselnden Wassergehalt des Bodens, stossen.

Die Lösungen wurden schnell filtriert, mit wenig Chloroform versetzt, und in Flaschen mit eingeschliffenen Stopfen aufbewahrt. Nach einigen Tagen wurden sie wieder durch dichtes Papier filtriert, und nach Ersatz des verdunsteten Wassers mit

Tabelle VI.

Bezeichnung in der Arbeit	Düngung für den Morgen	1906 Brache	1907 Sommerweizen	1908 Hafer Pfd.	1909 Bohnen Pfd.	1910 Sommerweizen	1911 Klee Pfd.	1912 Wintergerste	1913 Hafer Pfd.	1914[1]) Brache	1915 Winterweizen
Parzelle I	Ätzkalk	—	50 Ztr.	—	—	—	—	—	—	50 Ztr.	—
(Kalk)	18 %iges Superphosphat	—	100 Pfd.	100	100	100 Pfd.	140	133 Pfd.	100	100 Pfd.	—
	40 %iges Kalisalz	—	90 „	—	50	—	—	120 „	50	—	—
	Chilesalpeter	—	60 „	100	33	95 Pfd.	—	50 „	100	40 Pfd. 20 %iges schw. Ammon.	—
Parzelle II	Stallmist	—	160 Ztr.	—	—	160 Ztr.	—	50 Ztr.	—	160 Ztr.	—
(Stallmist)	18 %iges Superphosphat	—	100 Pfd.	100	100	100 Pfd.	75	100 Pfd.	100	100 Pfd.	—
	40 %iges Kalisalz	—	90 „	—	50	—	—	50 „	50	—	—
	Chilesalpeter	—	60 „	100	33	95 Pfd.	—	50 „	100	40 Pfd. 20 %iges schw. Ammon.	—

[1]) Die Düngung, unter 1914 angeführt, bezieht sich eigentlich auf 1915, wurde aber schon in 1914 zugesetzt.

einigen Tropfen Chloroform für die weiteren Bestimmungen zurückgestellt.

Das Ergebnis war:

Tabelle VII.

Bezeichnung	Kalkparzelle		Stallmistparzelle	
	Ia	Ib	IIa	IIb
Bodenmenge (frisch) . .	23 kg	11 kg	22 kg	$13^1/_2$ kg
Wassergehalt vor und nach dem Pressen . .	29.3—23.0 %	29.2—23.2 %	28.8—22.9 %	28.9—22.8 %
Gewonnene Menge Bodenlösung	1050 ccm	450 ccm	900 ccm	500 ccm
Eindampfrückst. pro Liter	0.680 g	0.831 g	1.191 g	0.844 g
Glührückstand pro Liter .	0.428 „	0.505 „	0.788 „	0.564 „

Aus den angeführten Zahlen geht es wieder aufs deutlichste hervor, dass die Bodenlösung desselben Feldes grosse Schwankungen aufweisen kann. Noch deutlicher ist dies zu sehen aus der Konzentration von kleinen Mengen Pressflüssigkeit, die von Zeit zu Zeit für eine Konzentrationsbestimmung getrennt aufgefangen wurden. Wie aus der Tabelle VIII ersichtlich, schwankte die Konzentration der Lösung für die Kalkparzelle zwischen 0.48 und 1.12 g pro Liter, und für die Stallmistparzelle zwischen 0.80 und 1.48 g pro Liter.

Tabelle VIII.

Bezeichnung	Kalkparzelle		Stallmistparzelle	
	Ia	Ib	IIa	IIb
Konzentration pro Liter der Teilproben	0.88 0.48 0.62 0.56	0.80 1.12	1.04 1.14 1.48 0.98	0.96 0.80

Die nächste Aufgabe war nun die chemische Analyse dieser Flüssigkeiten. Bei den geringen Mengen, die zur Verfügung standen, bereitete sie erhebliche Schwierigkeiten, und dürften die Resultate, besonders bei den Flüssigkeiten I b und II b (da die Bestimmungen hier nicht wiederholt werden konnten) keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit machen. Aus diesem Grunde

wurde auch bei der späteren Anfertigung der künstlichen Bodenlösung den genannten Bodenflüssigkeiten I b und II b keine Rechnung getragen, umso mehr, da die kleineren Bodenproben I b und II b ihre Parzellen nicht in dem Maſse vertreten konnten, wie das bei den grossen Proben I a und II a der Fall war. In kurzen Zügen war der Gang der Analyse folgender: 200 ccm der Bodenlösung wurden in einer Quarzschale auf dem Wasserbade eingedampft. Die Hauptmenge der organischen Substanz wurde durch zweimalige Befeuchtung und Abdampfung mit wenig Königswasser zerstört. Der Rückstand wurde dann mit etwas HCl-haltigem Wasser aufgenommen und in der Wärme mit Ammoniak das Eisen usw. ausgefällt. Der Niederschlag, der immer sehr klein war, und aus Fe, Al, P_2O_5 und SiO_2 und Resten organischer Substanz bestand, wurde ohne weitere Trennung geglüht und gewogen. Nach der Fällung des Ca als Oxalat wurde das Filtrat in einer Platinschale eingedampft, schwach geglüht, das Mg nach der Schaffgottschen Methode[1]) von den Alkalien getrennt, und nach dem Glühen als MgO gewogen. Zur Abscheidung der H_2SO_4 von den Alkalien wurde mit wenig Barytwasser versetzt und ohne zu filtrieren, das überschüssige Ba aus der Lösung mit Ammonkarbonat gefällt. Es wurde nun filtriert, nach Vertreibung der Ammonsalze die Gesamtmenge der Alkali-Chloride und hierauf K nach der Perchlorat-Methode bestimmt. Wo zur Kontrolle in einigen Proben das Mg nach der Schmitzschen Methode[2]) als Pyrophosphat zur Wägung gelangte, zeigten die Resultate sehr gute Übereinstimmung mit den nach der Schaffgottschen Methode gefundenen. Es wurden auch einige weitere Alkalien-Bestimmungen ausgeführt. Obwohl im allgemeinen die verschiedenen Gesamtalkalien-Bestimmungen recht gut untereinander übereinstimmten, war dies für das Kali nicht immer der Fall.

Die Salz- und Schwefelsäure wurde nach den üblichen Methoden ermittelt. Salpetersäure war auch in kleinen Mengen nachzuweisen, aber konnte nicht bestimmt werden. Die Lösungen enthielten ferner freie, sowie gebundene Kohlensäure, deren Menge leider nicht mit grosser Genauigkeit ermittelt werden konnte.

---

[1]) Treadwell, Analytische Chemie II, 6. Aufl., S. 60.
[2]) Ebenda S. 58.

Die Lösungen reagierten sämtlich gegen Lackmus schwach sauer, was wahrscheinlich nur auf die freie Kohlensäure zurückzuführen war, denn nach dem Aufkochen waren sie deutlich alkalisch. Bei der Sommerprobe der Kalkparzelle war die Alkalität am grössten. Die organischen Bestandteile der Bodenlösung wurden nicht untersucht.

Tabelle IX.

Pro Liter Lösung enthielt	Kalkparzelle		Stallmistparzelle	
	Ia g	Ib g	IIa g	IIb g
Eindampfrückstand	0.680	0.831	1.191	0.844
Glührückstand	0.428	0.505	0.788	0.564
Glühverlust	0.252	0.326	0.403	0.280
Ammoniederschlag	0.010	0.023	0.029	0.023
CaO	0.136	0.159	0.254	0.180
MgO	0.025	0.031	0.047	0.037
K_2O	0.017	0.025	0.030	0.018
Na_2O	0.101	0.111	0.170	0.126
SO_3	0.082	0.104	0.154	0.112
Cl	0.068	0.076	0.135	0.088
CO_2	0.120	—	0.100	—

Im Hochsommer, unmittelbar nach der Ernte, wurden in gleicher Weise aufs neue Bodenproben von denselben Parzellen geholt. Diesmal wurde nur eine Durchschnittsprobe je von den Kalk- und Stallmistparzellen genommen, aber ausserdem einige kleine Proben von verschiedenen Stellen. In der Zeit bis 2 Tage vor der Probenahme, welche am 24. August 1915 erfolgte, hat es öfters geregnet, so dass der Boden ausreichend feucht war. Es wurde im übrigen genau wie früher verfahren.

Tabelle X.

Bezeichnung	Kalkparzelle				Stallmistparzelle			
	Ic (Hauptprobe)	Teilproben			IIc (Hauptprobe)	Teilproben		
Bodenmenge (frisch) . . .	30 kg	—			35 kg	—		
Wassergehalt vor und nach dem Pressen	27.8—22.7 %	—			27.6—22.8 %	—		
Gewonn. Menge Bodenlösung	1100 ccm	—			1200 ccm	—		
Eindampfrückstand pro Liter	1.255 g	0.94	1.30	1.26	0.970 g	1.08	0.85	1.14

Tabelle XI.

Pro Liter Lösung enthielt	Kalkparzelle (I c) g	Stallmistparzelle (II c) g
Eindampfrückstand . . .	1.255	0.970
Glührückstand	0.850	0.719
Glühverlust	0.405	0.251
Ammonniederschlag . . .	0.016	0.009
CaO	0.237	0.206
MgO	0.060	0 049
K_2O	0.037	0.025
Na_2O	0.197	0.164
SO_3	0.187	0.167
Cl	0.132	0.109
CO_2	0.140	0.150

Da es mir zwecks genaueren Vergleichs der verschiedenen Bodenlösungen miteinander nützlich schien, auch die relative Zusammensetzung derselben an mineralischen Bestandteilen zu kennen, habe ich den Prozentgehalt des Glührückstandes an den einzelnen Stoffen berechnet, und diesen mit den Hauptergebnissen der obigen Versuche in nachstehende Tabelle eingetragen:

Tabelle XII a.

Kalk-Parzelle						
	Winterproben				Sommerprobe	
	I a		I b		I c	
Enthielt	Pro Liter	Prozent des Glührückstandes	Pro Liter	Prozent des Glührückstandes	Pro Liter	Prozent des Glührückstandes
Eindampfrückstand	0.680	—	0.831	—	1.255	—
Glührückstand	0.428	100.0	0.505	100.0	0 850	100.0
Glühverlust[1])	0.252	37.1	0.326	38.5	0.405	32.3
CaO	0.136	31.8	0.159	31.4	0.237	27.9
MgO	0.025	5.8	0.031	6.1	0.060	7.1
K_2O	0.017	4.0	0.025	5.0	0.037	4.4
Na_2O	0.107	23.6	0.111	22.0	0.197	23.2
$SO_3 + Cl$[2])	0.135	31.5	0.163	32.3	0.290	34.1

[1]) Diese Prozentzahlen beziehen sich auf den Eindampfrückstand.

[2]) Entsprechend der Chlormenge ist eine Menge O abgezogen, da bei der Vereinigung des Chlors mit Metalloxyden auf 2 Atome Cl ein Atom O frei wird.

Tabelle XII b.

Stallmist-Parzelle						
Enthielt	Winterproben				Sommerprobe	
	II a		II b		II c	
	Pro Liter	Prozent des Glührückstandes	Pro Liter	Prozent des Glührückstandes	Pro Liter	Prozent des Glührückstandes
Eindampfrückstand	1.191	—	0.844	—	0.970	—
Glührückstand	0.788	100.0	0.564	100.0	0.719	100.0
Glühverlust[1])	0.403	33.8	0.280	33.2	0.251	25.9
CaO	0.254	32.2	0.180	31.9	0.206	28.7
MgO	0.047	6.0	0.037	6.6	0.049	6.8
K_2O	0.030	3.8	0.018	3.2	0.025	3.5
Na_2O	0.170	21.6	0.126	22.4	0.164	22.8
$SO_3 + Cl$[2])	0.259	32.9	0.180	31.9	0.252	35.0

Wenn man nun, auf der Suche nach einer Antwort zu der Streitfrage, ob die natürliche Bodenlösung durch die Düngung und Jahreszeit beeinflusst werde, diese Zahlen einer genaueren Betrachtung unterwirft, fällt es sofort auf, dass trotz des grossen Schwankens der Konzentration der Lösungen die prozentige Zusammensetzung des Glührückstandes fast gleich bleibt, unbeachtet ob die Parzelle gekalkt oder mit Stallmist gedüngt, oder ob die Probe im Winter oder im Sommer ausgenommen. Mit anderen Worten — wenn man absieht von dem Gehalt an organischer Substanz und gebundenem Wasser — die Beschaffenheit der Bodenlösung wird anscheinend nicht wesentlich beeinflusst durch die Düngung und Jahreszeit; nur die Konzentration der Lösung scheint von diesen Faktoren in gewissem Grade abhängig zu sein. Aber auch gegen die Schlussfolgerung, die Konzentration der Bodenlösung stehe in direktem Zusammenhang mit der Düngung, lässt sich hervorheben, dass, obwohl im Winter die gekalkte Parzelle eine deutlich verdünntere Lösung als die mit Stallmist behandelte Parzelle gab, im Sommer die Dinge gerade umgekehrt lagen. Allerdings, bei genauer Betrachtung, wie ich an einer späteren Stelle ausgeführt

[1]) Diese Prozentzahlen beziehen sich auf den Eindampfrückstand.

[2]) Entsprechend der Chlormenge ist eine Menge O abgezogen, da bei der Vereinigung des Chlors mit Metalloxyden auf 2 Atomen Cl ein Atom O frei wird.

habe, könnten diese Konzentrationsunterschiede doch gut gerade durch die verschiedene Düngung erklärt werden. Übrigens wechselt die Konzentration schon bei demselben Felde und bei zu gleicher Zeit entnommenen Proben zuweilen stärker als bei Proben von verschieden gedüngten Feldern (vergl. z. B. die Konzentration der Probe IIb einmal mit IIa und dann wieder mit Ib) und von verschiedenen Jahreszeiten (Ia mit Ib und IIb mit IIc), wodurch eine Beurteilung des Düngereinflusses sehr erschwert wird. Die auf S. 220/221 erwähnten Unterschiede, die ich bei den Pressflüssigkeiten verschiedener Böden feststellen konnte, könnten demnach vielleicht auch in der Hauptsache nur Konzentrationsunterschiede gewesen sein. Da es z. Z. noch völlig an Untersuchungen über die Zusammensetzung von Bodenlösungen verschiedener Bodentypen mangelt, lässt sich aber noch nichts mit Bestimmtheit hierüber sagen. Meine Resultate scheinen, soweit man sie als massgebend ansieht, somit gewissermassen die Theorie von Cameron, wonach die Art der Düngung die Beschaffenheit der natürlichen Bodenlösung nicht wesentlich zu ändern vermöge, und die Bodenlösung für alle Bodenarten annähernd gleich sei,[1]) zu bestätigen.[2])

Ich muss nun ehrlich bekennen, dass, als ich meine Arbeit anfing, ich gerade die Hoffnung hegte, neue experimentelle Belege für die Unrichtigkeit dieser Ansicht liefern zu können — eine Ansicht, die, weil sie zu einer neuen „Wassertheorie“ [3]) der

---

[1]) Cameron u. Bell, U. S. A. Depart. of Agric., Bureau of Soils, Bull. 30, 1905. S. 69.

[2]) Zu bemerken ist noch, dass Cameron seine Behauptung auf die Tatsache stützt, dass im Grossen und Ganzen jeder Boden alle hauptsächlichen bodenbildenden Mineralien enthält (Bull. 30 usw.) Böden anomaler Zusammensetzung sind daher auszuschalten. Auch hebt er hervor, dass die Vorgänge im Boden im wesentlichen dynamischer Art seien (8 th. Intern. Congress of App. Chem., Washington 1912, Vol. XV, S. 43) und die Konzentration der Bodenlösung deshalb nach den Umständen (Temperatur, CO_2-Gehalt) erheblich schwanken kann.

[3]) Diese Theorie besagt im wesentlichen, dass die Ernte in erster Linie von der Wasserzufuhr und klimatischen Verhältnissen abhängig sei; dass alle Bodenarten genügend Pflanzennährstoffe enthalten, um unendlich lange Ernten produzieren zu können; dass folglich alle Bodenlösungen annähernd gleich seien und ein freudiges Wachstum unterhalten können; dass ein Zusatz von Dünger die Bodenlösung kaum beeinflussen könne, da er sofort vom Boden absorbiert wird; und dass seine günstige Wirkung auf dem Ausfällen von Giftstoffen (oder gar auf Täuschung) beruht.

Pflanzenernährung führte, bekanntlich seit ihrer ersten Veröffentlichung durch WHITNEY und CAMERON (Bull. 22, 1903, Depart. of Agric., Bureau of Soils U. S. A.) von allen Seiten die heftigste Kritik[1]) auf sich gezogen hat. Wenn ich nun, trotz des starken Vorurteils, doch zu dem obigen Schlusse gelangt bin, so geschieht dies, weil ich mich durch meine Resultate dazu gezwungen glaube. Inwiefern meine Untersuchungen die Ansichten CAMERONS unterstützen, bezw. widerlegen, wird im Nächsten ausführlich besprochen.

Die Zahl der zu diesem Gebiete gehörigen Versuche ist eine geringe, und von ihnen hat nur ein sehr kleiner Teil die wirkliche Zusammensetzung der Bodenlösung zu ermitteln versucht. Viele Forscher meinen eine Widerlegung der Behauptung von CAMERON darin zu erblicken, dass Äcker, die lange Zeit hindurch verschieden gedüngt worden sind, auch Wasserauszüge von verschiedener Zusammensetzung und Konzentration geben, die, wenn als Kulturmedia angewendet, ungleiche Ernten liefern. Solche Versuche sind u. a. von KING,[2]) SACHAROW,[3]) ISCHTSCHERIKOW,[4]) MASONI[5]) und HALL[6]) ausgeführt worden. Augenscheinlich gehen sie dabei von der Voraussetzung aus, die natürliche Bodenlösung stehe in direkter Beziehung mit dem Gehalt des Bodens an leichtlöslichen Stoffen. Dies trifft aber wahrscheinlich häufig nicht zu; denn es lässt sich jedenfalls der Fall denken, dass in einem schweren, reichen Boden, der beim Aufschütteln mit viel Wasser eine beträchtliche Menge an das Wasser abgibt, der frei-bewegliche Teil der natürlichen Bodenlösung doch, wegen der starken Absorption des Bodens, verhältnismässig verdünnt sein kann;[7]) wogegen die Bodenlösung eines schwach absorbierenden Bodens, der einen viel verdünnteren Wasserauszug mit viel Wasser gibt, relativ konzentriert bleiben kann. Weiter findet man auch oft Angaben in der Literatur über die Ungleichheit der Bodenlösungen, ohne dass anscheinend

[1]) Vergl. HILGARD, Science Bd. 20, 1904, S. 607.
[2]) U. S. A. Dep. of Agric., Bureau of Soils, Bull. 26, 1905.
[3]) Russ. Journ. Expt. Landw. 1906, S. 476.
[4]) Ebenda 1911, S. 558.
[5]) Le Staz. Sper. Agr. Ital. 1913, S. 525.
[6]) Phil. Trans. Royal. Soc. of London, Ser. B., Vol. 204, 1914, S. 179.
[7]) Man vergleiche hierzu die Ansicht von HISSINK, dass Ammoniak wahrscheinlich bei niedrigem Wassergehalt von einem Tonboden so fest absorbiert wird, dass ein Teil davon für die Pflanzen unzugänglich bleibt (Landw. Versuchs-Stationen Bd. 81, 1913, S. 419).

eine Analyse dies bestätigt hat. Mit anderen Worten, Beweise für die Unrichtigkeit der Ansicht, dass die Beschaffenheit aller Bodenlösungen annähernd dieselbe sei — ebensowenig wie allerdings genügende Beweise für die Richtigkeit derselben — sind bis jetzt noch nicht erbracht.

Aufs energischste muss ich aber hervorheben, dass es mir durchaus fern liegt, als Verfechter der Allgemeingültigkeit der Whitney- und Cameronschen Ansichten auftreten, zu wollen. Auf Grund des bis jetzt vorliegenden Materials sind sie, wenn überhaupt, nur mit grossem Vorbehalt anzunehmen. Besonders betone ich noch, dass meine genaueren Untersuchungen über die Bodenlösung sich nur auf eine — und zwar eine ausnahmsweise schwere — Bodenart erstrecken, und dass die Düngung der zwei untersuchten Parzellen (wie auf S. 231 ersichtlich) nicht eine völlig verschiedene war. Aus meinen Resultaten dürfen also keine Verallgemeinerungen abgeleitet werden; vielmehr berechtigen sie nur zu der Folgerung, dass dem Boden die Neigung zukomme, etwaige, durch die Düngung in der Lösung hervorgerufenen Unterschiede, zu verwischen. Inwieweit diese Neigung verwirklicht werden wird, hängt offenbar mit den Absorptionsverhältnissen zusammen, so dass es nicht ausgeschlossen scheint, dass zumal bei Böden mit schwachen Absorptionskräften die Bodenlösung doch recht deutlich auf Düngung reagieren wird. Bei Vegetationsversuchen in Gefässen wird dies auch manchmal angenommen (vergl. B. Creydt: Inaugural-Dissertation, Göttingen, 1914,[1]) S. 74—77 usw.); allein solche Versuche eignen sich schlecht für die Beantwortung dieser Frage, da die Bodenmasse eine zu geringe, und die Düngung meistens eine viel stärkere als in der Praxis üblich ist. Man vergesse auch nicht, dass im freien Felde die Auswaschung oder Ansammlung von Salzen eine regulierende Tätigkeit auf die Bodenlösung in der Ackerkrume ausübt.

Nachdem ich diese allgemeine Betrachtung über die Beschaffenheit der Bodenlösung vorausgeschickt habe, schreite ich zu einer ausführlichen Besprechung der in der Tabelle angeführten Zahlen über.

Auf der Kalkparzelle ist im Sommer eine unleugbare Steigerung der Konzentration der Bodenlösung eingetreten;

[1]) Auch diese Zeitschrift Bd. 63, 1915, S. 185, u. a. a. O.

dagegen ist auf der Stallmistparzelle die Konzentration ungefähr gleich geblieben. Da die Ernte nicht unbedeutende Mengen mineralischer Stoffe dem Boden entzogen hat, sieht man, dass der Boden in beiden Fällen fortwährend neue Mengen an das Wasser abgegeben hat. Dass auf der gekalkten Parzelle dies in höherem Grade der Fall war, dürfte durch verschiedene Momente bedingt gewesen sein, z. B. die lockerere Struktur, die eine bessere Durchlüftung und intensivere CO_2-Produktion gestattet, der grössere Vorrat an leichtlöslichem Kalk, die dadurch bedingte grössere Zufuhr von Kalk in die Lösung, und der hiermit Hand in Hand gehende Basenaustausch, wodurch das Verhältnis zwischen den Bestandteilen der Lösung wieder ein normales wird.

Dass die Bodenlösung von beiden Parzellen im Sommer einen kleineren Prozentgehalt an organischen Stoffen[1]) hat, scheint auf die erhöhte bakterielle Tätigkeit und die stärkere Lösungskraft des Bodenwassers für anorganische Bodenbestandteile zurückzuführen zu sein. Auffallend ist aber, dass die Stallmistparzelle, trotz ihres unzweifelhaft höheren Gehalts an organischer Substanz, zu beiden Jahreszeiten eine Pressflüssigkeit abgibt, die ärmer an organischer Substanz ist als die der Kalkparzelle. Die Erklärung ist vielleicht, dass der Kalk die Zersetzung der im Boden vorhandenen Pflanzenreste so stark befördert, dass das Bodenwasser eine grosse Menge von leichtlöslichen organischen Stoffen vorfindet.

Es überrascht auch beim ersten Anblick, dass die Kalkdüngung nicht den prozentualen CaO-Gehalt der Bodenlösung vergrössert. Wie aber schon gesagt, macht ein Kalkzusatz sich durch einen verstärkten Basenaustausch geltend und kommt so durch die höhere Konzentration der Sommerbodenlösung zum Ausdruck. Im Winter hat der Kalk noch keine Gelegenheit gehabt, zur Wirkung zu gelangen, weil es ihm an ausreichend lösender CO_2 fehlte; so ist die Konzentration der Bodenlösung II a eine grössere, vielleicht wegen des Gehaltes des Stalldüngers an in Verwesung begriffener Substanz und schon gebildeten löslichen Salzen. Da der Boden ferner an sich ziemlich kalkreich ist, und die aus dem Stalldünger freiwerdende CO_2 lösend wirkt, so dürfte es nicht befremden, dass die Bodenlösung II a z. B.

[1]) Obwohl der Glühverlust nicht der Menge des organischen Stoffes entspricht, kann er doch als ungefährer Maßstab dafür dienen.

fast doppelt soviel CaO enthält als die Bodenlösung I a, obwohl der Prozentgehalt des Glührückstandes an CaO ziemlich derselbe ist. Die Analyse zeigt weiter, dass der Prozentgehalt der Lösungen an CaO in beiden Fällen im Sommer abgenommen hat. Der Grund hierfür dürfte neben der weitaus wichtigeren Aufnahme durch die Pflanzen vielleicht zu einem kleinen Teil darin zu sehen sein, dass der Vorgang des Basenaustausches bei höheren Temperaturen vollständiger verläuft.[1]) Die Zahlen für die anderen Basen scheinen auch diese Auffassung zu bestätigen, denn die Sommerlösungen enthielten 1—2 % Na_2O usw. mehr als die Winterlösungen.

Obwohl gerade bei den Kalium-Bestimmungen gewisse Zweifel an der Genauigkeit der Zahlen möglich sind, so scheinen diese doch daranf hinzuweisen, dass der prozentige Kaliumgehalt bei der gekalkten etwas grösser ist als bei der ungekalkten Parzelle, eine Erscheinung, die auch mit dem Basenaustausch zusammenhängen dürfte.

Der Glührückstand scheint weiter etwas mehr Sulfate und Chloride in der Sommerlösung zu enthalten, was durch fortwährende Aufnahme der Basen und Salpetersäure durch die Pflanzen bedingt werden könnte; oder auch die Winterlösungen könnten mehr organische Säuren enthalten haben.

Was die wesentlichen Pflanzennährstoffe betrifft, so sieht man, dass sie in äusserst kleinen Mengen in der ausgepressten Bodenlösung vorhanden sind. Die Menge des K_2O schwankte von 17—37 Teile pro Million Bodenlösung. Ammoniak konnte ich nur undeutlich mit Nesslers Reagenz nachweisen. Salpeter- (oder salpetrige-) säure war in kleinen (allerdings nicht bestimmten) Mengen vorhanden. Phosphorsäure konnte ich in 100 ccm der Bodenlösung überhaupt nicht nachweisen. Als ich aber nachher die gesamten Ammoniak-Niederschläge mit konzentrierter HNO_3 auszog und den Auszug in üblicher Weise mit Ammon-Molybdat-Lösung versetzte, trat allmählich eine geringe Gelbfärbung ein, welche sich später zu einem minimalen Niederschlag ansammelte. Ob nun das „Oberflächenwasser“ viel reicher an Pflanzennährstoffen (z. B. P_2O_5) ist als die frei zirkulierende Bodenflüssigkeit, und ob die Pflanzen ihre mineralischen Nährstoffe teil-

[1]) Aber nur wenig. Vergl. Campbell, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 65, 1907, S. 249.

weise sich selbst verschaffen müssen (wie z. B. durch Ausscheidung sogenannter Wurzelsäuren),[1]) sind noch offene Fragen. Wie dem auch sei, die Annahme, dass der Gehalt der Bodenlösung an Pflanzennährstoffen durchaus ausreichend für eine normale Ernte sei, scheint doch ziemlich gerechtfertigt[2]); denn, wenn auch die Menge der auf einmal gelösten Pflanzennährstoffe sehr gering ist, gehen wahrscheinlich — falls der Boden nicht schon erschöpft ist — neue Mengen ebenso schnell in Lösung wie die gelösten durch die Pflanzen verbraucht werden.

Schlussbemerkung.

Die Untersuchungen über die Beschaffenheit der Bodenlösung habe ich in dieser Arbeit nicht weiter fortsetzen können. Unzweifelhaft wäre es eine lohnende Aufgabe, weitere Versuche auf diesem Gebiete zu unternehmen und z. B. die Bodenlösungen verschiedener Bodentypen und unter verschiedenen Bedingungen genau zu untersuchen.[3]) Auf Grund meiner Versuche kann das Auspressen als wertvolles Hilfsmittel beim Studium der natürlichen Bodenlösung angesehen werden. Zwar kann man auf diesem Wege das Oberflächenwasser — das wahrscheinlich als wahre Bodenlösung gilt und gleichzeitig als das eigentliche Medium, aus welchem die Pflanze ihre mineralische Nahrung schöpft — ebensowenig vom Boden trennen als durch die anderen bis jetzt herangezogenen Verfahren. Allein meine Pressflüssigkeit scheint doch der natürlichen Bodenlösung erheblich näher zu stehen, als die meisten auf anderen Wegen gewonnenen sogenannten Bodenlösungen.

Man kann wahrscheinlich bei Anwendung einer starken Presse (die von mir benutzte Presse ist schon älterer Konstruktion

---

[1]) Was JOST z. B. für die Lupine annimmt: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie 1908, S. 111. Auch PFEIFFER und BLANCK, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77, 1912, S. 263.

[2]) Vergl. neben zitierten Arbeiten von CAMERON, ISCHTSCHERIKOW und HALL auch die klassische Arbeit von BIRNER und LUCANUS, Landw. Versuchs-Stationen 1866, S. 128; und auch BREAZEALE, Science Bd. 22, 1905, S. 146.

[3]) Die Arbeit von E. RAMANN, S. MÄRZ und G. BAUER, Über die Bodenpresssäfte, kam mir erst ziemlich lange Zeit nach Fertigstellung dieser Arbeit zu Gesicht. Vergl. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde Bd. VI, 1916, S. 1—26. Sie konnte deshalb hier nicht berücksichtigt werden.

und wurde vor etwa 40 Jahren von der Firma Samain-Ablois durch Vermittlung der Firma Gerhardt-Bonn bezogen) eine grössere Menge der unverfälschten Bodenlösung gewinnen, als durch irgend eine andre Methode möglich ist. Da die ursprüngliche Arbeit von Briggs und Mc Lane (Bureau of Soils, Bull. 45) mir trotz weitgehender Bemühungen nicht zugänglich war, habe ich leider keine genauen Anhaltspunkte über die mögliche Ausbeute beim Zentrifugieren. Auf Grund der Angaben über die von den verschiedenen Körnerklassen[1]) nach dem Ausschleudern bei einer Geschwindigkeit entsprechend einer Kraft von 3000mal der Anziehungskraft der Erde zurückgehaltenen Wassermengen, ergibt sich für meinen Tonboden ein Wassergehalt von rund 30 % nach dem Schleudern, d. h. erheblich mehr als nach dem Abpressen. Sehr wahrscheinlich scheint es somit nicht, dass auch unter den günstigsten Bedingungen eine Zentrifuge eine grössere Ausbeute als eine starke Presse geben kann. In bezug auf Kosten verdient auch das Pressverfahren bei weitem den Vorzug. Es ist ferner bequem, und hat den besonderen Vorzug, selbst bei den strengsten Böden anwendbar zu sein.

Die Konzentration der so erhaltenen Bodenlösung ist durch die Bodenart bedingt. Für denselben Boden fällt sie mit steigendem Wassergehalte. Auch schwankt die Konzentration der Lösung desselben Bodens bei gleicher Behandlung mitunter nicht unerheblich, so dass es schwer ist, festzustellen, inwiefern die in anderen Fällen beobachteten Konzentrations-Differenzen auf Düngung und Jahreszeit zurückzuführen sind. Doch scheint eine Kalkgabe die Konzentration der Sommerbodenlösung zu erhöhen. Von unerlässlicher Wichtigkeit wird es jedenfalls sein, durch Anwendung ausreichender Parallelbestimmungen und Berechnung der wahrscheinlichen Schwankungen, vergl. oben S. 222—223, in Zukunft die einzelnen Werte so sicher zu stellen, dass man einwandfreie Schlüsse ziehen kann. Dass aus Pressversuchen ohne Parallelbestimmungen sich jedenfalls kaum entscheidende Schlüsse ziehen lassen, dürfte bereits jetzt, wie auch naheliegt, einleuchten. Im Gegenteil zu der Konzentration ist das Verhältnis der gelösten mineralischen Stoffe zueinander ein ziemlich konstantes. Ob dies aber bei allen

[1]) Expt. St. Record Bd. 19, S. 416 und Jahresbericht der Agric. Chem. 1908, S. 90.

Böden und bei allen Düngungen sich bewahrheitet, ist einstweilen noch fraglich.

Zum Schluss weise ich noch darauf hin, dass das Abpressen des Bodens ein geeignetes Mittel wäre, bei unseren üblichen Vegetationsversuchen in Töpfen Auskunft über etwaige Änderungen in der Bodenlösung, durch verschiedene Dünger und Pflanzen hervorgerufen, zu geben. Durch solche Versuche wären wir vielleicht in der Lage, unsere Kenntnisse über die chemischen Vorgänge im Boden erheblich zu erweitern. Es liegt auch auf der Hand, dass das Abpressen uns Gelegenheit bietet, bessere Versuche über die Absorption und Basenaustausch des Bodens vorzunehmen, indem wir mit grossen Bodenmengen und kleinen Flüssigkeitsmengen arbeiten können, und also den natürlichen Verhältnissen etwas näher rücken. Einige Vorversuche dieser Art, wobei der mit einer bestimmten Menge Salzlösung angefeuchtete Boden ausgepresst und die zurückgehaltene Salzmenge bestimmt wurde, sind indessen schon von mir ausgeführt worden. Diese Versuche beabsichtige ich fortzusetzen und später zu veröffentlichen.

Teil B.

Über die mechanische Bodenanalyse.

Vorbemerkung.

Wie in der Einleitung gesagt, war der eigentliche Zweck dieser Arbeit, den Boden in seinen verschiedenen Körnergruppen, mittels der Bodenlösung selbst als Trennungsmedium, zu zerlegen. Die günstige Wirkung, die Calciumsalze auf die physikalische Beschaffenheit schwerer Böden auszuüben vermögen, wird z. T. durch die Ausflockung[1]) der Tonteilchen erklärt. Hiervon ausgehend, schien es möglich, dass die natürliche Bodenlösung einer mit Kalk gedüngten Parzelle eine andere Beschaffenheit haben, und besonders mehr Ca-Ionen enthalten würde. Als es sich im Laufe meiner Versuche über die Bodenlösung zeigte, dass diese Meinung nicht verwirklicht wurde und dass wider Erwarten die Bodenlösung der gekalkten Parzelle einen niedrigeren Ca-Gehalt und Konzentration (im Winter) hatte, konnte ich der vorgenommenen mechanischen Analyse nur mit einem gewissen Bedenken entgegensehen; denn da konzentrierte Salzlösungen be-

[1]) Z. B. RUSSELL-BREHM, Boden und Pflanze, 1914, S. 80.

kanntlich stärker ausflocken, würde hiernach die Ausflockung bei der Stallmistparzelle sogar eine bessere als bei der Kalkparzelle sein. Dies würde nun nicht ohne weiteres als widerspruchsvoll anzusehen sein, da ja bekanntlich auch Stallmist-Düngungen sehr günstig auf die physikalische Bodenbeschaffenheit einwirken. Ich habe jedenfalls die Versuche über die mechanische Analyse, deren Ergebnisse im folgenden mitgeteilt werden, fortgesetzt. Bereits an dieser Stelle möchte ich bemerken, dass ich darin eine Unterstützung der von G. Given[1]) ausgesprochenen Ansicht zu sehen glaube, wonach die günstige Wirkung des Kalkes auf schwere Tonböden wesentlich durch seine Vereinigung mit den Tonteilchen, und nur in zweiter Linie durch das Ausflockungsvermögen der Bodenflüssigkeit bedingt ist. An einer späteren Stelle wird hierüber weiter zu sprechen sein.

Vorversuche über

1. die Vorbereitung der Bodenprobe zur Analyse.

Die mechanische Bodenanalyse besteht im wesentlichen aus zwei Teilen: der Vorbereitung der Bodenprobe, und der Trennung in die einzelnen Körnergruppen. Für beide besteht eine Fülle von Einzelverfahren. Eben durch diesen Umstand verliert die physikalische Bodenanalyse im Werte; denn die Ergebnisse nach den verschiedenen Methoden sind gewöhnlich nicht miteinander vergleichbar, oder scheinen einander zu widersprechen. Die Bewegung, durch internationale Vereinbarung erprobte Verfahren offiziell festzusetzen und also mehr Einförmigkeit zu erzielen, hat in neuerer Zeit solche grossen Fortschritte gemacht, dass im Jahre 1912 eine Internationale Kommission von Agrikultur-Chemikern zur gründlichen Untersuchung dieser Frage eingesetzt wurde. Aus den vielen Vorschlägen, die zur Überlegung kamen, ist dann im Jahre 1913 das Verfahren nach Hissink-Atterberg empfohlen, bezw. gewählt worden.[2]) Die Verhandlungen dieser Kommission veranlassten auch mich, einige der gebräuchlichen Methoden miteinander zu vergleichen.

Bei der Vorbereitung der Bodenprobe ist wichtig, die sich zusammenballenden Bodenteilchen (Aggregate) voneinander loszulösen, ohne dabei den einzelnen Teilchen zu Leibe zu gehen.

---

[1]) Dissertation, Göttingen 1915, S. 16, 28, 29.
[2]) Intern. Mitt. f. Bodenkunde Bd. 4, 1914, S. 30.

Aus diesem Grunde sind Methoden wie Auskochen, Behandlung mit Säuren oder mit Bromlauge soweit wie möglich zu vermeiden. Das Zerreiben mit den Fingern oder einem Gummipistill hat die Unannehmlichkeit, einen subjektiven Faktor hineinzuführen. Am besten geeignet scheint das Aufschütteln mittels einer Schüttelmaschine, wie von HISSINK[1]) empfohlen. Eine ähnliche Methode wird auch von dem Bureau of Soils der Vereinigten Staaten gebraucht.[2]) Meine Vergleichsversuche erstreckten sich auf die Schüttel- und Reibmethoden, wobei ich im wesentlichen den Vorschriften von HISSINK[3]) folgte. Ausser dem auf S. 202, 209, 218, 229 erwähnten schweren Tonboden wurde auch ein sandiger Lehmboden untersucht. Von dem lufttrocknen Boden wurde eine Menge von 250 g gründlich durchmischt. Es wurden hiervon jedesmal 10 g abgewogen. Das weitere Verfahren war folgendes:

a) Schüttelmethode: Der Boden wurde in eine weithalsige Flasche von 200 ccm Inhalt, mit eingeschliffenem Stopfen, gebracht, mit 100 ccm destilliertem Wasser versetzt, und 6 Std. mittels eines Heissluftmotors bei einer Geschwindigkeit von 150—180 Touren pro Minute (1 Tour = 2 mal 8 cm) geschüttelt. Der Inhalt der Flasche wurde nach beendetem Schütteln durch ein $^1/_2$ mm-Sieb gespült und durch Absitzenlassen in grossen Zylindern (ich hatte zu dieser Zeit noch keine ATTERBERGschen Schlämmzylinder zur Verfügung) in die verschiedenen Fraktionen zerlegt.

b) Reibmethode: 10 g Boden wurden in einer Porzellanreibschale mit za. 50 ccm destilliertem Wasser übergossen, und 3 Min. mit dem Daumen zerdrückt. Es wurden noch 50 ccm dest. Wasser zugesetzt, wieder 2 Min. mit den Fingern bearbeitet und nach 5 Min. die trübe Flüssigkeit in einen Sedimentierzylinder abgegossen. Der Rückstand wurde aufs neue mit Wasser angerührt und dasselbe Verfahren so lange wiederholt, bis das Wasser nach 5 Min. Stehen ziemlich klar war. Dann wurde auch der Rückstand in den Zylinder gespült und zweimal abgeschlämmt. Hierauf wurde der Boden in die Reibschale zurückgespült und zerrieben. Beim sandigen Boden wurde dies dreimal wiederholt, das dritte Mal aber durch das $^1/_2$ mm-Sieb gewaschen. Der Tonboden musste fünfmal in der Reibschale durchgearbeitet werden. Die Ergebnisse folgen:

---

[1]) Intern. Mitt. f. Bodenkunde Bd. 4, 1914, S. 10.
[2]) U. S. A. Dep. of Agr., Bureau of Soils, Bull. 84, 1912, S. 6.
[3]) Intern. Mitt. f. Bodenkunde Bd. 4, 1914, S. 11.

Tabelle XIII.

Gruppe der Bodenteilchen mm	Tonboden						Sandiger Lehmboden			
	Schüttelmethode %			Reibmethode %			Schüttelmethode %		Reibmethode %	
< 0.002 . . .	30.5	32.0	31.8	34.4	30.9	33.6	9.7	9.2	10.2	10.9
< 0.006 . . .	16.3	16.0	15.4	15.0	17.2	17.7	3.4	3.1	4.5	3.8
< 0.02 . . .	20.1	19.4	19.0	19.2	21.0	17.8	7.4	7.8	8.1	10.0
< 0.06 . . .	23.0	22.3	23.6	21.8	19.5	20.0	28.5	28.4	28.8	28.1
< 0.5 . . .	6.2	5.8	7.0	6.0	7.2	6.3	37.2	38.1	36.3	35.6
> 0.5 . . .	0.6	1.2	0.2	0.5	0.8	1.3	12.3	12.3	10.8	10.2
Wasser . . .	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	1.2	1.2	1.2	1.2
Zusammen:	99.7	99.8	100.1	100.0	99.7	99.8	99.8	100.1	99.9	99.8

Obgleich diese Methoden recht gut übereinstimmende Resultate liefern, scheint das Reiben doch einen erhöhten Gehalt an feinsten Teilchen zu geben, und weichen die Kontrollanalysen hier etwas stärker untereinander ab. Beim Sandboden dürfte der grössere Gehalt an Teilchen unterhalb 0.02 mm z. T. auf eine unerwünschte Zerkleinerung der einzelnen Körner zurückzuführen sein. Noch deutlicher tritt dieser Unterschied hervor, wenn man den sandigen Boden 12 Stunden schüttelt, bezw. 6 mal im Mörser — mit dem Daumen oder einem Gummipistill — zerreibt.

Tabelle XIV.

Gruppe der Bodenteilchen mm	12 Std. Schütteln %		6 mal Zerreiben (Daumen) %		6 mal Zerreiben (Pistill) %	
< 0.002	10.1	9.9	11.4	10.8	10.6	12.0
< 0.006	3.5	3.9	4.2	4.6	5.5	4.9
< 0.02	7.8	8.1	9.3	11.1	11.8	8.9
< 0.06	28.8	28.2	27.6	28.2	26.9	27.9

Die Schüttelmethode habe ich für den Tonboden auch nach 3 resp. 12 Std. Schütteldauer, sowie mit Ammoniak-Zusatz, mit grösserer Menge Boden oder Wasser usw. noch weiter geprüft. Daraus ging hervor, dass es bei diesem Boden kaum nötig war, länger als 3 Stunden zu schütteln. Mit grosser Wahrscheinlichkeit war eine Schüttelzeit von 6 Stunden völlig ausreichend,

alle gröberen Aggregate aufzulösen. Dass dennoch Ammoniak-Zusatz einen höheren Rohtongehalt gab, beruhte mutmasslich darauf, dass Teilchen, die normalerweise hätten ausfallen müssen, infolge ihrer veränderten elektrischen Ladung im Schweben blieben. Am günstigsten erwiesen sich beim Schütteln der Bodenproben Präparatengläser, d. h. Flaschen ohne Halsverengung, mit eingeschliffenen Stopfen. Diese ermöglichten ein leichtes, verlustloses Ausspülen. Die Gläser, die für 10 g Proben 200 bis 300 ccm Inhalt haben sollen, sind nur ungefähr bis zur Hälfte zu füllen, damit ein ausreichender Spielraum beim Schütteln vorhanden ist.

2. die Trennung in die einzelnen Körnergruppen.

Zweitens war es erforderlich, einige Methoden zur Trennung der Bodenteilchen voneinander auszuprobieren. In erster Linie wurde die ORTH-SCHÖNEsche Methode untersucht, und zwar in der von WAHNSCHAFFE beschriebenen Form,[1]) wodurch das Schlämmen mittels 2 Trichtern, mit destilliertem Wasser, und bei konstantem Niveau, vorgenommen werden konnte. Der Apparat wurde in einem Kellerraum aufgestellt, wo die Temperatur ziemlich gleich blieb. Die einzelnen Teile des Apparates wurden mit dickwandigem Gummischlauch verbunden. Zur Regulierung des Wasserstromes usw. dienten Schrauben-Quetschhähne. Der Apparat gestattete gleichzeitig 4 Analysen. Da ich es vorzog, statt der gewöhnlichen Einteilung mich möglichst an die von ATTERBERG vorgeschlagene zu halten, musste ich zunächst unter Anwendung der Formel $v = \left(\frac{d}{0.0314}\right)^{11/7}$ (wo v = Geschwindigkeit und d = Durchmesser der Teilchen) die entsprechenden Geschwindigkeiten berechnen. In bekannter Weise wurden nun die Piezometer-Konstanten, und mit deren Hilfe, die Piezometer-Höhen, die diesen Geschwindigkeiten entsprachen, aufgefunden. Da nach meiner Erfahrung die auf diese Weise berechneten Höhen — wegen der grossen Schwierigkeit die Piezometer-Konstanten genau zu bestimmen — oft unzuverlässig waren, habe ich später für jede Geschwindigkeit empirisch die entsprechende Druckhöhe in dem Piezometer ermittelt. Auch machte sich alsbald ein Mangel dieser Methode

[1]) WAHNSCHAFFE und SCHUCHT, Anleitung zur wiss. Bodenuntersuchung 1914, S. 44.

merkbar, nämlich, dass sie eine weitere Trennung der Teilchen unterhalb 0.01 mm nicht erlaubte. Bei leichten Böden schadet dies wohl nicht; hat man es dagegen mit schweren Tonböden zu tun, die aus Teilchen, zum grösseren Teil unterhalb dieser Grenze, bestehen, so ist es zur näheren Charakterisierung des Bodens unbedingt erforderlich, diese Gruppe in mehrere Untergruppen zerlegen zu können. Zu diesem Zwecke eignet sich gut der Keppelersche Schlämmtrichter,[1]) mit dem man leicht Körner von 0.005 mm Durchmesser abtrennen kann. Für jedes Piezometer mit seiner Serie von drei Schlämmtrichtern wurde eine Tabelle aufgestellt, die das Verhältnis zwischen Piezometer-Höhe, Geschwindigkeit und Körnergrösse gab. Nachstehend ist beispielsweise die Tabelle für Piezometer II wiedergegeben:

Tabelle XV.

Querschnitt der Trichter C = 179.0 qcm, B = 19.85 qcm, A = 4.60 qcm.

Piezometer-Höhe cm	Wassermenge pro Sekunde ccm	Körnergrösse: Trichter C mm	Trichter B mm	Trichter A mm
2.9—3.0	1.01	0.005	0.02	—
17.5	2.98	0.01	—	—
52	5.50	—	0.06	0.15

Die Vorbereitung der Proben geschah nach der Hissinkschen Methode. Nach dem Schütteln wurde durch das $^1/_2$ mm-Sieb in einen grossen Glasbecher gespült und bei 10 cm Höhe eine Stunde absitzen lassen. Der grösste Teil der trüben Flüssigkeit wurde in den Keppelerschen Trichter (Tr. C) abgehebert, der Rest samt Bodensatz in den Orthschen Trichter (Tr. A) übergespült. Es wurde mit destilliertem Wasser geschlämmt. Die verschiedenen Teile des Apparates wurden jetzt miteinander verbunden, nachdem die Niveau- und Behälterflaschen gefüllt worden waren. Durchbohrte Gummistopfen, oder auch stark verkittete Korkstopfen dienten zum Verschluss der Trichter. Der Gang der Trennung wird am besten an der Hand eines Beispiels erläutert. Nehmen wir hierzu wieder Piezometer II:

[1]) Keppeler, Bericht der 35. Hauptversammlung des Verbandes Keram Gewerbe in Deutschland 1912, S. 66.

Zuerst wurde auf die Höhe 2.9—3 cm eingestellt. Das Abflusswasser wurde in grossen gereinigten 8 Liter-Glasgefässen, von denen mehrere durch Heberröhren verbunden waren, aufgefangen. Die Behälterflasche musste mehrere Male vollgepumpt werden. Zuerst war die Flüssigkeit in dem grossen Trichter sehr trübe, wurde aber rasch klarer, so dass die Trennung, nachdem ca. 25 l durchgeflossen waren, als beendet betrachtet werden konnte. Trichter C, der jetzt die Körnergruppe 0.005 bis 0.02 mm enthielt, wurde von den anderen abgetrennt und für sich bei 17.5 cm Druckhöhe bis zur Klärung geschlämmt. Dann wurde das Piezometer an Trichter B angeschlossen, der Wasserstrom mit einer Geschwindigkeit von 5.5 cm pro Sekunde durch die verbundenen Trichter A und B geleitet, und also die Körnergruppe 0.02—0.06 mm abgeschlämmt. Der Endpunkt der Schlämmung wurde mikroskopisch[1]) oder durch Eindampfen einer grösseren Menge des Durchflusswassers festgestellt. Auf diese Weise waren also die folgenden Gruppen gewonnen worden:

0.000—0.005 mm	. . . .	1. Abschlämmung,
0.005—0.01 „	. . . .	2. „ (Trichter C allein),
0.01 —0.02 „	. . . .	Rest im Trichter C,
0.02 —0.06 „	. . . .	3. Abschlämmung (Trichter B und A allein),
0.06 —0.15 „	. . . .	Rest im Trichter B,
0.15 —0.5 „	. . . .	Rest im Trichter A.

Für die anderen Piezometer konnte genau dieselbe Einteilung getroffen werden, da die Schlämmtrichter jeder Sorte, mit unbedeutenden Abweichungen, die gleichen Durchmesser hatten. Nur waren die Druckhöhen für jedes Piezometer verschieden.

Zum Vergleich wurden nun auch 4 Analysen nach der Methode ATTERBERG[2]) ausgeführt. Diese Proben, sowie die nach der SCHÖNEschen Methode untersuchten, entstammten sämtlich einer lufttrocknen gemahlenen, gut durchmischten, grösseren Probe. Die Vorbereitung war dieselbe. In beiden Fällen wurden die Resultate auf wasserfreie Feinerde umgerechnet. Das Ergebnis war:

[1]) Ich war leider nicht in der Lage, die Grösse der Teilchen bei den einzelnen Gruppen und nach den verschiedenen Methoden genau zu messen. Im übrigen habe ich, soweit meine Hilfsmittel erlaubten, die Schlämmanalysen durch das Mikroskop kontrolliert.

[2]) Intern. Mitt. f. Bodenkunde Bd. 2, 1912, S. 319.

Tabelle XVI a.

Nach Schöne:

Gruppe der Bodenteilchen mm	Prozent-Gehalt									
	1.		2.		3.		4.		Mittel	
< 0.005	44.6	70.6	47.2	71.2	49.8	71.0	45.5	69.9	46.8	70.7
< 0.01	17.2		16.7		15.4		18.3		16.9	
< 0.02	8.8		7.3		5.8		6.1		7.0	
< 0.06	22.1		21.0		19.9		22.2		21.3	
< 0.15	5.9		7.2		8.2		7.6		7.2	
< 0.50	1.2		0.8		0.7		0.4		0.8	
Summe:	99.8		100.2		99.8		100.1		100.0	

Tabelle XVI b.

Nach Atterberg:

Gruppe der Bodenteilchen mm	Prozent-Gehalt									
	1.		2.		3.		4.		Mittel	
< 0.002	32.5	69.8	33.3	69.2	31.9	69.5	33.6	68.8	32.8	69.3
< 0.006	15.9		16.8		17.2		15.3		16.3	
< 0.02	21.4		19.1		20.4		19.9		20.2	
< 0.06	24.1		22.8		22.5		24.5		23.5	
< 0.2	5.2		6.4		7.3		5.5		6.1	
< 0.5	0.7		1.5		0.9		1.0		1.0	
Summe:	99.8		99.9		100.2		99.8		99.9	

Hierzu sei folgendes bemerkt:

Die Resultate nach der Atterbergschen Methode zeigten eine etwas bessere Übereinstimmung als bei der Schöneschen Methode. Dies ist wahrscheinlich zum grössten Teil die Folge der Ungleichheit der Piezometer-Öffnungen. Arbeitet man bei niedrigen Geschwindigkeiten, so findet man häufig, dass die Wassersäule im Piezometer beim Heraustropfen des Wassers abwechselnd fällt und steigt. Dann habe ich auch bei niedrigen Geschwindigkeiten verschiedentlich beobachtet, dass dasselbe Piezometer an verschiedenen Tagen nicht dieselbe Geschwindigkeit bei einer bestimmten Höhe der Wassersäule aufwies. Hier handelt es sich wahrscheinlich, neben geringen Mengen von Verunreinigungen, die aus der Luft oder durch das Wasser in das Piezometer gelangt sein könnten, auch wieder um eine un-

günstige Piezometer-Öffnung. (Es ist nicht anzunehmen, dass die kleinen Schwankungen des Atmosphärendruckes und der Temperatur hierbei eine grosse Rolle spielen.) Gewöhnlich musste die Wasserzufuhr von Zeit zu Zeit reguliert werden, da der Druck allmählich nachliess. Dieses Nachlassen wurde nicht völlig beseitigt, auch wenn die Schrauben-Quetschhähne durch Glashähne ersetzt wurden. Das Niveau konnte ohne Schwierigkeit konstant gehalten werden; nur musste beim Vollpumpen der Behälterflasche diese von der Niveauflasche abgetrennt werden, was naturgemäss ein vorübergehendes Fallen des Niveaus verursachte. Die Trennung der feineren Teilchen soll nach der SCHÖNEschen Methode soweit wie irgend möglich ohne Unterbrechung vor sich gehen, damit ihnen nicht Gelegenheit gegeben wird, sich im grossen Schlämmtrichter absetzen zu können. Bei meinen ersten Versuchen konnte ich die Trennung der ersten Fraktion, wegen der sehr geringen Geschwindigkeit des Wassers, nicht in einem Tage zu Ende führen. Am nächsten Morgen hat der Boden sich so weit abgesetzt, dass es erforderlich war, das Wasser viele Stunden durchfliessen zu lassen, bevor die noch abschlämmbaren Teilchen wieder hoch kamen. Bei dem zweiten Versuch gelang es mir, die erste Fraktion auf einmal abzuscheiden, indem ich den Boden erst in dem ATTERBERGschen Schlämmzylinder einmal bei 30 cm Höhe und 24 Std. Absetzzeit schlämmte.

In diesen Beziehungen ist zweifellos das Sedimentier-Verfahren dem Spülverfahren vorzuziehen. Zwar arbeitet die SCHÖNEsche Methode schneller, erfordert aber dauernde Aufmerksamkeit, nebst grossen Mengen destillierten Wassers und einem kostspieligen Apparat. Andererseits scheint es möglich, dass die ATTERBERGsche Methode einen etwas zu hohen Tongehalt geben kann. Eine geringe Ablagerung der Teilchen findet nämlich immer an der Zylinderwand und an dem Mund des Ausflusses statt. Beim Abfliessenlassen reisst das Wasser einen Teil hiervon mit sich hinaus. Dieser Fehler wird aber zum Teil ausgeglichen durch die kleine Tonmenge, die im Zylinder zurückbleibt und der Ton dürfte deshalb wohl nur eben 1—2 % (wenn überhaupt) zu hoch ausfallen.

Für die Methode ATTERBERG habe ich auch einige Versuche über die Schlämmhöhe (d. h. Höhe der Wassersäule im Schlämmzylinder) und Bodenmenge angesetzt. Wie aus der Tabelle ersichtlich, fielen die Resultate durchaus gleichartig aus.

Tabelle XVII.

Gruppe der Bodenteilchen mm	10 g Boden aufgeschlämmt bei 10 cm Höhe der Wassersäule %	20 g Boden aufgeschlämmt bei 20 cm Höhe der Wassersäule %	20 g Boden aufgeschlämmt bei 30 cm Höhe der Wassersäule %	10 g Boden aufgeschlämmt bei 30 cm Höhe der Wassersäule %
< 0.002	33.4	31.3	31.9	33.0
< 0.006	15.8	16.5	17.4	16.8
< 0.02	20.1	22.0	19.9	20.5
< 0.5	30.6	30.2	30.5	29.8
Summe:	99.9	100.0	99.7	100.1

Nur muss man bei 10 cm Höhe, wenn ungefähr ein Drittel der Flüssigkeitsmenge im Zylinder zurückbleibt, gewöhnlich einige Male mehr abhebern. Bei 20 g-Proben dürfte es sich empfehlen, eine grössere Höhe zu wählen.

An dieser Stelle sei mir eine kurze Bemerkung über die neue, von Sven Oden[1]) erfundene, vorzügliche Methode der physikalischen Analyse des Erdbodens — ein Verfahren, das gewiss bei künftigen bodenkundlichen Untersuchungen volle Beachtung verdient — erlaubt. Er lässt die Bodenaufschwemmung sich nur einmal absetzen, wiegt aber ständig die ausfallenden Portionen ab und gewinnt also eine für jeden Boden charakteristische Fallkurve. Auch berechnet er hieraus die Menge der Teilchen jeder beliebigen Grössenordnung. Er stützt sich zum Teil bei diesen Betrachtungen auf die Unabhängigkeit der Fallgeschwindigkeit von der Fallhöhe und aufgeschwemmten Substanzmenge. Allein, die Versuche, die zu diesem Schluss führten, können kaum als streng beweiskräftig gelten; denn sie wurden sämtlich mit Bodenproben ausgeführt, die nur Teilchen von grösseren Durchmesser als 0.005 mm (d. h. Fallgeschwindigkeit $^1/_{18}$ mm pro Sekunde) enthielten. Da nun eine Beeinflussung der Fallgeschwindigkeit — etwa durch Zusammenballen — am meisten gerade bei Teilchen unterhalb dieser Grenze zu befürchten ist, schien es mir nützlich, diesen Punkt näher zu untersuchen. Dass bei einer Fallhöhe von nur 10 cm, zumal wenn der Boden reich an kolloiden

[1]) Intern. Mitt. f. Bodenkunde Bd. 5, 1915, S. 257.

Teilchen ist, eine wesentliche Störung beim Ausfallen eintreten könnte, schien nicht ausgeschlossen, und dies wäre vielleicht der Grund, weshalb die nach dieser Methode berechnete Rohtonmenge soviel geringer als die nach der Methode ATTERBERG gefundene ausfiel [Teilchen $< 1\ \mu$ Radius, nach ODEN: 8—9 %,[1]) nach ATTERBERG: 18.8 %[2])].

Es wurden Bodenproben von 10 g in der üblichen Weise geschüttelt und dann in Zylinder und Bechergläser von verschiedenen Durchmessern übergespült. Bei Fallhöhen von ungefähr 10—30 cm und Flüssigkeitsmengen von 250—2000 ccm wurden Absetzversuche vorgenommen. Nach der nötigen Absetzzeit wurde abgehebert und die Menge des in Suspension gebliebenen Bodens durch Eindampfen ermittelt. Entsprechend der Menge der im Zylinder zurückbleibenden Flüssigkeit wurde die nötige Korrektion gemacht. Wider Erwarten stellte es sich nun heraus, dass die suspendierte Menge für 10 g Boden berechnet, ausnahmslos, innerhalb der Fehlergrenze, gleich war. Nur in einem Falle, wo 20 g Boden in 250 ccm dest. Wasser aufgeschwemmt waren, trat eine erhöhte Absetzung ein.

Tabelle XVIII.

Bodenmenge g	Wassermenge ccm	Fallhöhe cm	Absetzzeit	Suspension pro 10 g Boden g
10	300	$10^1/_2$	8 Std. 24 Min.	1.95
10	1050	$11^1/_2$	9 „ 12 „	2.07
10	2000	13	10 „ 24 „	2.01
10	1500	16	12 „ 48 „	1.99
10	600	$20^1/_2$	16 „ 24 „	2.03
10	850	30	24 „ — „	1.96
20	250	$9^1/_2$	7 „ 36 „	2.60/2 = 1,30
20	900	31	24 „ 48 „	3.98/2 = 1,99

Es konnte demnach der geringere Tongehalt nach ODENS Methode nicht aus diesem Grunde erklärt werden. Jedenfalls ist dies ein Punkt, der noch weiterer Untersuchung bedarf.

Weiterhin wurde versucht, die Schlämmanalyse unter Anwendung von Leitungswasser[3]) auszuführen. 10 g-Proben des Tonbodens wurden durch sechsstündiges Schütteln mit Leitungswasser zur Analyse vorbereitet und darauf in grossen Becher-

[1]) Intern. Mitt. f. Bodenkunde Bd. 5, 1915, S. 297, Tab. 17.

[2]) Ebendort S. 303.

[3]) Das Göttinger Leitungswasser gab zu dieser Zeit einen Eindampfrückstand von 0,70 g pro Liter, wovon 0,25 g CaO war.

gläsern bei 10 cm Höhe in Leitungswasser 1 Stunde zum absitzen gebracht. Als ich die Proben in die Schlämmtrichter überspülen wollte, zeigte sich — im Gegensatz zu dem mit destilliertem Wasser geschüttelten —, dass der Boden sich fast völlig abgesetzt hatte. Wie vorhin, wurde das überstehende Wasser in den grossen Trichter abgehebert und der Rest in den Trichter A gespült. Es wurde bei einer Geschwindigkeit entsprechend 0.005 mm Körnergrösse geschlämmt. Das abfliessende Wasser war nur schwach trübe. Nachdem ungefähr 20 l durchgeflossen waren, und Trichter B klar war, obwohl das Schlämmwasser noch gleich viele Bodenteilchen wie anfangs enthielt, wurde das Schlämmen unterbrochen und der grosse Trichter ausgeschaltet, da ich es nicht für eine lohnende Aufgabe erachtete, die Schlämmung bei dieser Geschwindigkeit weiter zu führen. Die weitere Trennung bereitete keine Schwierigkeiten, und wurde genau wie auf S. 249 beschrieben, ausgeführt.

Noch langwieriger war die Trennung nach der Sedimentier-Methode. Innerhalb einer halben Stunde war der Boden ziemlich vollständig abgesetzt. Andererseits wurde mit dem Mikroskop festgestellt, dass auch noch nach 8 Std. einige Teilchen suspendiert blieben. In 15 Abheberungen wurde aber nur 2,5 % an Teilchen unterhalb 0.002 mm abgetrennt. Es wurde nun auch 20 mal bei einer Absetzzeit von 1 Std. geschlämmt. Obwohl auch bei dieser Fallgeschwindigkeit die Trennung keineswegs eine vollständige war, wurde sie unterbrochen und zu der nächsten Geschwindigkeit übergegangen.

Tabelle XIX.

Nach Schöne:			Nach Atterberg:		
Gruppe der Bodenteilchen mm	Prozent-Gehalt		Gruppe der Bodenteilchen mm	Prozent-Gehalt	
< 0.005[1])	17.8	71.2	< 0.002[1])	2.6	73.4
< 0.01[1])	42.9		< 0.006[1])	6.3	
< 0.02	10.5		< 0.02	64.5	
< 0.06	23.0		< 0.06	24.1	
< 0.15	6.9		< 0.2	5.3	
< 0.5	2.1		< 0.5	0.9	
Summe:	103.2		Summe:	103.7	

[1]) Gruppe nicht zu Ende abgeschlämmt.

Man sieht aus den angeführten Zahlen, dass beim Schlämmen mit Leitungswasser die kleineren Bodenteilchen ausgeflockt werden. In strömendem Wasser scheint die Neigung zum Zusammenballen eine geringere als in stehendem Wasser zu sein. Diese Ausflockung ist aber auch nach 8 Stunden keine vollständige. Es scheint vielmehr bei jeder Geschwindigkeit eine Art Gleichgewicht zwischen ausgeflockten und suspendierten Teilchen zu herrschen, auf Grund dessen ein neuer Teil der ausgeflockten Teilchen immer wieder in Suspension geht, sobald etwas weggeführt worden ist, bis zuletzt die Teilchen von einem bestimmten hydraulischen Wert nahezu quantitativ abgetrennt sind. Vermutlich würde der Prozentgehalt an Rohton usw. auch beim Schlämmen mit Leitungswasser ebenso hoch ausgefallen sein, wie beim Schlämmen mit destilliertem Wasser, hätte ich die Trennung bei der betreffenden Geschwindigkeit lange genug fortgesetzt. Dass die Summen der Fraktionen ausnahmslos 100 % übersteigen, spricht für eine Absorption der im Leitungswasser gelösten Salze durch den Boden. Bestätig wurde dies auch durch Eindampfen des Leitungswassers vor dem Aufschütteln mit dem Tonboden, und nach dem Aufschütteln. Im letzteren Falle war der Eindampfrückstand merklich geringer, trotz des Vorhandenseins einiger Bodenteilchen. 500 ccm Leitungswasser, vor dem Aufschütteln, gaben nämlich beim Eindampfen einen Rückstand von 0.346 resp. 0.352 g, dagegen nach dem Aufschütteln nur 0.307 und 0.322 g.

Der Hauptversuch.

Die Vorversuche über die physikalische Analyse hatte ich bereits im Jahre 1914 ausgeführt, so dass ich gleich nach dem Analysieren der Bodenpressflüssigkeiten zu den vorgenommenen Analysen mit der Bodenlösung schreiten konnte. Mit Rücksicht auf die viel grösseren Mengen Flüssigkeit, die man bei der Spülmethode braucht, habe ich es für zweckmässiger gehalten, bei den Schlämmanalysen mit den künstlichen Bodenlösungen der Absetzmethode zu folgen. Zwar habe ich eine Analyse mit dem Spülapparat versucht und zu diesem Zwecke ca. 60 l Lösung angefertigt; allein es zeigte sich, dass diese Menge bei weitem nicht ausreichte, eine einzige Analyse zu Ende zu führen.

Zunächst wurden in 30 l fassenden Ballons die künstlichen Bodenlösungen angefertigt. Es wurden die bei der Analyse gefundenen Ionen auf Natrium-Chlorid, Natrium-Sulfat, Kalium-

Sulfat und Magnesium-Sulfat umgerechnet. Dabei blieben noch der grösste Teil des Mg.- und der ganze Kalkgehalt unberücksichtigt. Diese wurden grösstenteils in Form des Carbonates — beim Kalk frisch gefällt — zugesetzt. Dieses grosse Plus an Basen spricht für das Vorhandensein von organischen Säuren in der Bodenlösung, neben natürlich Kohlensäure und etwas Salpetersäure. Angesichts der Tatsache, dass die Bodenlösung normalerweise auch etwas Salpetersäure enthält, neben geringen Mengen Kieselsäure, Phosphorsäure, Aluminium und Eisen habe ich bei der Anfertigung meiner Lösungen diesem Umstand Rechnung getragen, und nach Schätzung geringe Mengen der entsprechenden Ionen zugesetzt. Als Ersatz für die organische Substanz wurden gleiche Mengen Dextrin und Pepton, die zusammen $^1/_3$ des Glühverlustes betrugen, zugefügt. Um alles in Lösung zu bringen, musste CO_2 lange Zeit durchgeleitet werden. Hierdurch bekamen die Lösungen einen viel höheren Gehalt an Kohlensäure (gebunden und frei), als die natürlichen Bodenlösungen enthalten hatten. Man sieht also, dass diese künstlichen Bodenlösungen in der Tat recht „künstlich" waren, und nur in grossen Zügen eine Ähnlichkeit mit den wirklichen Lösungen hatten. Die Schlämmanalysen wurden mit dem frischen, feuchten Boden, ohne vorherige Trocknung desselben, ausgeführt. Den Boden zu diesen Versuchen hatte ich nach dem Durchmischen in der Wanne von verschiedenen Stellen genommen, durchmischt, und in Glasbüchsen mit eingeschliffenen Stopfen aufbewahrt. Es kamen zur Untersuchung die vorhin erwähnten Proben I a und II a, und später auch I c und II c. Da der Boden beinahe 30 % Wasser enthielt und im Durchschnitt 5 % an kleinen Steinen und Teilchen oberhalb 0.5 mm Durchmesser, wurde eine Menge von 13 g abgewogen. Je 3 Analysen wurden mit destilliertem Wasser und mit der künstlichen Bodenlösung ausgeführt. Nach sechsstündigem Schütteln bei einer Tourenzahl von 150—180 pro Minute wurde durch das $^1/_2$ mm-Sieb in den Atterbergschen Schlämmzylinder gespült, und die Trennung mittels dest. Wasser in der gebräuchlichen Weise ausgeführt. Die gesamte abgeheberte Rohton-Trübe wurde in einem grossen Glasgefäss tüchtig durchgerührt, in grosse Bechergläser zu 20 cm Höhe angefüllt, und sich selbst eine Woche überlassen, um also nach Mohr[1]) den Gehalt an Schwebeschlamm zu ermitteln. Nach einer Woche

[1]) Nach Malherbe, Dissertation, Phil. Fak. München 1915, S. 22.

wurde so vollständig wie möglich abgehebert, die trübe Flüssigkeit durchmischt und ein aliquoter Teil davon auf dem Wasserbade eingedampft, im Trockenschrank bei 103—105° getrocknet und, nach dem Abkühlen im Exsikkator, schnell gewogen. Der Bodensatz wurde auch in gleicher Weise zur Wägung gebracht. Für die beim Abhebern zurückgelassenen, suspendierten Teilchen wurde eine entsprechende Korrektur ausgeführt.

Beim Schlämmen mit der Bodenlösung trat bereits in kurzer Zeit eine ziemlich vollständige Klärung ein, die freilich nicht derart vollständig war, dass man sie als Ende der Schlämmung hätte ansehen dürfen. Nach 15maligem Abhebern bei 8 Std. Absetzzeit waren höchstens 2 % des Rohtons (d. h. Teilchen unterhalb 0.002 mm Durchmesser) abgetrennt worden. Beim Schlämmen mit destilliertem Wasser genügte aber ein fünfzehnmaliges Abschlämmen, in der Regel den ganzen Vorgang zu beenden.

Es zeigte sich demnach mit in die Augen fallender Deutlichkeit, dass die feineren Bodenkrümel durch die Bodenlösung ganz ausserordentlich viel langsamer zerlegt werden, als durch destilliertes Wasser.[1]) Aber, und das widersprach meinen Erwartungen, die ich besonders an gewisse Literaturangaben geknüpft hatte, es fand doch eine Zerlegung statt, so dass ich nicht in der Lage war, die Abschlämmung als beendet anzusehen, sondern weiter arbeiten musste.

Im Anschluss hieran sei mir eine kurze Bemerkung über die lehrreiche und klassische Arbeit von SACHSSE und BECKER[2]) erlaubt. Diese Forscher fanden tatsächlich durch Schlämmung mittels dest. Wasser bezw. verdünnten Kalk-, Gips- und anderen Lösungen im SCHÖNESchen Apparat ganz andere Zahlen für die einzelnen Körnerklassen. Sie erhielten nämlich:

(Siehe Tabelle XX auf S. 259.)

Dieser Befund scheint somit dem meinigen zu widersprechen, auf den ich sogleich weiter eingehe. Doch glaube ich, dass im Grunde genommen kein Widerspruch vorliegt, und ich halte es auf Grund meiner Versuche für berechtigt, diesen Unterschied

[1]) Man könnte übrigens vielleicht auch die Annahme vertreten, dass die durch das ursprüngliche, sechsstündige Schütteln von einander getrennten Bodenteilchen wieder durch die künstliche Bodenlösung zum Ausflocken, und zur Bildung von kleinen Haufwerken gebracht würden.

[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 43, 1894, S. 15.

Tabelle XX.

Medium	Kaolin			Reibersdorf-Boden			Gundorf-Boden		
	<0.01 mm %	0.01 bis 0.05 mm %	>0.05 mm %	<0.01 mm %	0.01 bis 0.05 mm %	>0.05 mm %	<0.01 mm %	0.01 bis 0.05 mm %	>0.05 mm %
Destilliertes Wasser .	99.5	0.25	0.25	59.0	28.0	13.0	30.5	32.5	37.0
Kalklösung (0.72 g CaO pro Liter). . . .	80.0	19.0	1.0	10.0	64.0	26.0	22.0	40.0	38.0
Gipslösung (0.4 g $CaSO_4$ pro Liter). . . .	93.0	7.0	0.0	36.5	51.0	12.5	Gleich wie mit dest. Wasser		
Salpeterlösung (0.52 g $NaNO_3$ pro Liter) .	—	—	—	55.0	34.0	11.0	—	—	—
Salzsäure (1.12 g HCl pro Liter) . . .	60.0	40.0	0.0	—	—	—	—	—	—

einfach auf eine unvollständige Abschlämmung zurückzuführen. Wäre die Trennung mit den Lösungen bei den Versuchen von Sachsse und Becker länger fortgesetzt (event. unter Neuaufrührung des Bodensatzes im Schlämmtrichter), wären wahrscheinlich die Resultate zuletzt gleich mit denen der mit dest. Wasser ausgeführten Analysen ausgefallen sein. Dies Ergebnis nämlich habe ich zuletzt erzielt, wie ich jetzt schildern will.

Ohne nämlich weiter bei einer Absetzzeit von 8 Stunden zu arbeiten, — ich würde hierbei voraussichtlich Monate lang haben abschlämmen müssen, um nur den Rohton abzutrennen, — ging ich zu einer Absetzzeit von einer Stunde über. Auch hier war die Trennung eine sehr mühsame. Es wiederholte sich, was schon beim Schlämmen mit Leitungswasser beobachtet war: nämlich, dass bei jeder Aufschlämmung aufs neue eine kleine Menge der Teilchen in Suspension überging. Es musste rund 100 mal abgehebert werden, bevor die Trennung vollendet war. Die abgeheberte Flüssigkeit liess ich mehrere Tage stehen, bis die Bodenteilchen sich vollständig abgesetzt hatten. Auch hier zeigte es sich durch Eindampfung der überstehenden Flüssigkeit, dass Absorption durch den Boden stattgefunden haben musste. Die Menge des Bodensatzes wurde in bekannter Weise ermittelt.

Die Ergebnisse der vollständigen Analysen waren:

Tabelle

Gruppe der Bodenteilchen mm	Winter- Destilliertes Wasser								
	Kalkparzelle (I a)					Stallmistparzelle (II a)			
	1. %	2. %	3. %	Mittel %		1. %	2. %	3. %	Mittel %	
< 0.0005 . .	9.8	10.3	10.4	10.2		11.5	10.8	11.6	11.3	
< 0.002 . . .	20.7	20.6	20.0	20.4	45.9	20.1	19.4	19.9	19.8	46.6
< 0.006 . . .	15.5	15.0	15.4	15.3		14.8	15.8	15.8	15.5	
< 0.02 . . .	19.5	19.6	20.1	19.7		18.4	19.2	19.0	18.8	
< 0.06 . . .	27.2	28.2	27.6	27.7		28.8	28.4	28.2	28.5	
< 0.2	6.4	5.5	6.0	6.0		5.5	4.7	4.3	4.8	
< 0.5	0.6	1.0	0.5	0.7		0.8	1.8	1.0	1.2	
Summe:	99.7	100.2	100.0	100.0		99.9	100.1	99.8	99.9	

Gruppe der Bodenteilchen mm	Sommer- Destilliertes Wasser								
	Kalkparzelle (I c)					Stallmistparzelle (II c)			
	1. %	2. %	3. %	Mittel %		1. %	2. %	3. %	Mittel %	
< 0.0005 . .	9.2	9.6	9.7	9.5		11.0	11.4	10.8	11.1	
< 0.002 . . .	15.5	16.1	15.4	15.7	43.1	17.0	16.4	16.8	16.7	44.8
< 0.006 . . .	18.5	17.6	17.6	17.9		16.7	16.9	17.4	17.0	
< 0.02 . . .	20.8	20.7	21.4	21.0		22.2	22.1	22.6	22.3	
< 0.06 . . .	27.9	28.4	28.7	28.3		26.2	26.8	26.1	26.4	
< 0.2	5.5	5.2	5.9	5.5		6.2	5.4	5.7	5.8	
< 0.5	2.2	2.3	0.9	1.8		0.2	1.0	0.4	0.5	
Summe:	99.6	99.9	99.6	99.7		99.6	100.0	99.8	99.8	

Die Summe der einzelnen Körnergruppen ist beim Schlämmen mit dest. Wasser = 100 % des Bodens, beim Schlämmen mit der Bodenlösung (oder Leitungswasser) dagegen stets grösser. Die einzige Erklärung hierfür ist, dass irgend eine Art von Absorption stattgefunden haben musste. Daher kann es auch nicht befremden, dass bei den Bodenlösungs-Analysen die Körnergruppe 0.000—0.006 mm regelmässig um einige Prozente zu gross ausgefallen ist; denn gerade die Tonteilchen sind es, die bei Ab-

XXI.

proben

Bodenlösung								Leitungswasser
Kalkparzelle (I a)				Stallmistparzelle (II a)				Kalkparzelle (I a)
1. %	2. %	3. %	Mittel %	1. %	2. %	3. %	Mittel %	1. %
50.9	51.8	51.7	51.5	51.8	52.2	51.3	51.8	50.7
16.9	16.2	16.4	16.5	17.4	16.9	17.6	17.3	18.2
28.5	28.0	27.3	27.9	29.0	28.6	28.3	28.6	27.2
7.4	8.8	8.4	8.2	6.0	5.4	6.8	6.1	7.3
103.7	104.8	103.8	104.1	104.2	103.1	104.0	103.8	103.4

proben

Bodenlösung								Leitungswasser
Kalkparzelle (I c)				Stallmistparzelle (II c)				Kalkparzelle (I c)
1. %	2. %	3. %	Mittel %	1. %	2. %	3. %	Mittel %	1. %
45.2	46.0	45.3	45.5	47.6	47.2	46.3	47.0	46.5
21.3	20.6	21.7	21.2	19.9	20.0	21.0	20.3	20.8
30.1	29.0	29.5	29.5	29.5	29.1	28.9	29.2	29.1
6.6	7.7	7.5	7.3	6.1	7.6	6.6	6.8	7.7
103.2	103.3	104.0	103.5	103.1	103.9	102.8	103.3	104.1

sorptionserscheinungen die Hauptrolle spielen. Aber auch die schon erwähnte Tatsache, dass geringe Mengen abgesetzte Teilchen beim Ablassen mitgerissen werden, kann dazu beitragen, der ersten Gruppe einen zu hohen Wert zu geben. In dieser Richtung wirkt auch das etwas höhere spez. Gewicht (bis 1.004) der Schlämmflüssigkeit.

Meine Voraussetzung, dass bei Abschlämmen mit Bodenlösung sich eine ganz anders geartete Beurteilungsmöglichkeit

für die Bodenteilchen ergeben würde, hatte sich somit zwar sehr deutlich bestätigt, ohne dass ich aber wirklich greifbare Ergebnisse erzielen konnte. Die Bodenteilchen erwiesen sich trotz wesentlich festeren Zusammenhaltens in der Bodenlösung gegenüber dem destillierten Wasser doch nicht als widerstandsfähig genug, um dem andauernden Wiederaufrühren und Herabsinken in der Flüssigkeit gewachsen zu sein. Und damit entfiel die Möglichkeit, ähnlich wie SACHSSE und BECKER vergleichbare Werte zu erreichen. Dass voraussichtlich auch bei diesen Forschern ein Endzustand nicht erreicht worden war, habe ich bereits oben erwähnt.

Es wird Sache späterer Untersuchungen sein müssen, auf dieser Grundlage weiter zu bauen. Dass die Bodenkrümel auch in der Bodenlösung, unter deren Einfluss sie mit entstanden sind, gegen mechanische, oft wiederholte Angriffe nicht auf die Dauer Widerstand zu leisten vermögen, kann uns ja nicht überraschen. Wissen wir doch, wie wenig in guter Struktur befindlicher Ackerboden gegen eine weitgehende Schädigung Widerstand leisten kann, wenn er in feuchtem Zustande mechanische Durcharbeitung erfährt. Nicht umsonst warnt der erfahrene Landwirt bereits seit Jahrhunderten seinen jungen Berufsgenossen davor, schweren Boden in zu feuchtem Zustande zu bearbeiten. Es wäre vielleicht gut gewesen, diese alte Kenntnis des Praktikers von Anfang an meinen Versuchen dienstbar zu machen. Die Ergebnisse der Untersuchungen von SACHSSE und BECKER waren die Ursache, dass dies nicht geschah.

Wie es gelingen wird, die Tatsache, dass die ursprünglichen Krümel und Flocken[1]) des Bodens in ihrer eigenen Bodenlösung eine ganz wesentlich grössere Dauerhaftigkeit besitzen, für die mechanische Bodenuntersuchung dienstbar zu machen, wird noch weiter unten zu behandeln sein. Dass dies erforderlich ist, scheint mir jetzt ebenso wie früher klar, vielleicht sogar noch einleuchtender, als vor meinen Untersuchungen. Eine kurze Überlegung mag dies dartun:

Schlämmen wir mit destilliertem Wasser ab, so bringen wir die Bodenkrümel von Anbeginn an unter zwei sie zerteilende

[1]) Selbstverständlich kann man auf diesem Wege nicht die Grobkrümel-Struktur des Ackerbodens feststellen. Es handelt sich eher darum, einen Maßstab für die Kraft, mit welcher die feinen Teilchen einander festzuhalten suchen, zu finden.

und vernichtende Einflüsse, erstens das elektrolytarme, destillierte Wasser, und zweitens die mechanische Beeinflussung durch die Vorbereitung der Probe und darauffolgende Schlämmung, mag dieselbe nun durch einen fliessenden Wasserstrom, wie beim Schöneschen Schlämmapparat, oder durch häufig wiederholtes Aufschütteln und Wiederabsetzen durchgeführt werden. Bei Anwendung der Bodenlösung zum Schlämmen schalten wir den zersetzenden Einfluss erster Art aus. Dass er der überwiegend wichtige ist, erhellt schon ohne weiteres daraus, dass es beim Schlämmen mit Bodenlösung so sehr lange dauert, bis die Krümel sämtlich zerlegt sind,[1]) so lange, dass Sachsse und Becker schon erheblich vorher ihre Untersuchungen beendet und einen Abschluss erreicht zu haben glaubten. Da nun aber die Krümel im Boden ganz ohne Zweifel unter dem Einfluss der Bodenlösung stehen, soweit sie nicht etwa bei einem Regen in den obersten Schichten sich befinden, so muss auch eine Feststellung ihrer Teilcheneigenschaften, ihrer Krümelgrösse und dergleichen, wie sie sich unter dem Einfluss der Bodenlösung gestaltet, so ausserordentlich wichtig sein, um uns einen Einblick in das bislang noch so sehr unbekannte Gebiet der physikalischen Eigenschaften des Bodens zu eröffnen.

Eine Möglichkeit hierfür geht ohne weiteres aus meinen Untersuchungen hervor, obwohl sie noch nicht weit genug zu führen scheint: Je nach der Beschaffenheit der Bodenkrümel und der Bodenlösung muss bei Abschlämmen mit der zugehörigen Bodenlösung eine sehr verschieden grosse Zahl von einzelnen Schlämmungen erforderlich sein. Man würde in ihr einen Maßstab für die verschiedene Haltbarkeit der Bodenkrümel, und damit zweifellos auch für die physikalische Beschaffenheit des Bodens erhalten, besonders, wenn man sorgfältig das individuelle Moment beim Wiederaufschütteln des Bodensatzes ausschaltete, was ja nicht schwierig ist. Dass in der Tat auf diesem Wege Werte erhalten werden können, die für den gleichen Erdboden je nach Jahreszeit und Behandlung des Bodens Unterschiede greifbarer Art ergeben, zeigen meine Untersuchungen.

Obwohl die Langsamkeit der Trennung einerseits durch die Konzentration der Schlämmflüssigkeit bedingt scheint, ist doch bei den Proben von der Kalkparzelle eine schnellere Trennung als bei den parallelen Stallmistproben zu verzeichnen gewesen.

[1]) Vergl. auch S. 258, Anmerkung.

Auch war die Trennung bei den Winterproben eher beendigt als bei den entsprechenden Sommerproben.

Tabelle XXII.

Menge der Bodenteilchen < 0.006 mm abgeschlämmt	Winterproben							
	Kalkparzelle (I a)				Stallmistparzelle (II a)			
	1. %	2. %	3. %	Mittel %	1. %	2. %	3. %	Mittel %
Nach 20 mal Abhebern	14.5	16.5	15.5	15.5	9.0	10.0	8.5	9.0
„ 80 „ „	50.9	51.8	51.7	51.5 (fertig)	42.5	43.0	40.5	42.0
„ 100 „ „					51.8	52.2	51.3	51.8 (fertig)

Menge der Bodenteilchen < 0.006 mm abgeschlämmt	Sommerproben							
	Kalkparzelle (I c)				Stallmistparzelle (II c)			
	1. %	2. %	3. %	Mittel %	1. %	2. %	3. %	Mittel %
Nach 20 mal Abhebern	12.0	15.0	15.0	14.0	7.0	5.5	6.5	6.5
„ 80 „ „	37.5	39.0	36.0	37.5	30.5	28.0	30.0	29.5
„ 100 „ „	45.2	46.0	45.3	45.5 (fertig)	39.5	40.0	37.0	39.0
„ 120 „ „					47.6	47.2	46.3	47.0 (fertig)

Die hier zutage tretende Erscheinung, dass die Krümel der Winterproben erheblich weniger fest zusammenhalten, und daher der Trennung beim Abschlämmen mit Bodenlösung weniger Widerstand entgegensetzen, als die Krümel der Sommerproben, ist einleuchtend, wenn man bedenkt, dass die Krümel am Ausgang des Winters ohnehin durch die Niederschläge stärker in Anspruch genommen waren, und dazu, da es sich um bestelltes Land handelte, die günstige Wirkung des Frostes nur in geringerem Umfange erfahren konnten. Entsprechend dem geringeren Kalkgehalt der Bodenlösung im Winter für das mit Kalk gedüngte Stück zeigt sich dann auch hier die Haltbarkeit der Krümel als geringer. Allerdings darf man nicht etwa erwarten, dass nun die Haltbarkeit der Krümel einfach im Verhältnis zum Kalkgehalt der Bodenlösung stehen würde. Im Gegenteil, schon die Haltbarkeit der Sommerproben zeigt uns,

dass dies ein Irrtum sein würde. Wir dürfen vielmehr nicht von der Anschauung abgehen, dass die Haltbarkeit der Bodenkrümel beim Schlämmen mit Bodenlösung einmal durch die Vorgeschichte der Krümel und ihre Bildung bedingt ist, wobei die Bodenlösung zwar eine Rolle spielt, aber keinesfalls die alleinige, und zweitens durch die Zusammensetzung der Bodenlösung, in der wir nun schlämmen. So kann nicht erwartet werden, dass die Zusammensetzung der Bodenlösung allein massgebend ist, sondern wichtiger, und gerade für die physikalische Beurteilung des Bodens massgebend, wird die Haltbarkeit der Krümel sein, die wir in der zum Schlämmen vorbereiteten Bodenprobe vorfinden. Dass auch diese bereits beim Aufschütteln beeinflusst werden, ist nicht zu verhindern. Eine Vorbeugungsmassregel, Aufschütteln mit Bodenlösung, nicht etwa mit destilliertem Wasser, wird immerhin schon einige Hilfe zu schaffen vermögen[1]); wie überhaupt auf dem hier angedeuteten Wege noch viel Arbeit erforderlich sein wird, bis man von einer brauchbaren Methode wird reden können.

Aber bereits die wenigen Fingerzeige, die wir hier besprechen, scheinen uns wichtig zu sein und zu weiterer Prüfung aufzufordern. Die grössere Festigkeit der Teilchen in unserem schweren Tonboden während des Sommers lässt sich durch die bessere Durchlüftung, den höheren Kohlensäuregehalt, die erhöhte Wirksamkeit seines Salzgehaltes und andere Umstände wahrscheinlich machen. Dass der Kalkgehalt der Bodenlösung ebenfalls eine Rolle spielen wird, wurde bereits gesagt. Es scheint weiter, als wenn in den Bodenproben der Stalldüngerparzellen eine gewisse Klebrigkeit oder Schleimigkeit, jedenfalls ein zäheres Zusammenhalten der einzelnen Bodenteilchen zum Ausdruck kommt. Wir erinnern uns hierbei der Ansicht Th. Schloesing des Älteren, der in dem Humus ein noch stärkeres Festigungsmittel für die Bodenteilchen zu erblicken geneigt war, als im Kalk.[2]) Dazu würden unsere Ergebnisse bestens passen.[3])

Dass es sich bei diesen Anschauungen nicht etwa nur um eigene, zur Erklärung der von mir gefundenen Werte aufgestellte

---

[1]) Ein kürzeres Aufschütteln oder gar eine andere Vorbereitungsmethode wäre vielleicht angebracht

[2]) Annales de chimie et de physique (5) 1874, Bd. 2, S. 514 u. f.

[3]) Vergl. auch weiter unten, S. 270/271.

Hypothesen handelt, vermag ich glücklicherweise leicht zu beweisen. Bereits vor etwa 12 Jahren beobachteten A. D. HALL und seine Mitarbeiter, dass beim Abschlämmen von Kulturböden roher, mit Wasser direkt geschlämmter Boden erheblich weniger feinste Teilchen ergab als nach einer vorhergehenden lösenden Behandlung mit verdünnter Salzsäure und Ammoniak, falls es sich um einen mit Stalldünger versehenen oder sonst stärker humusreichen, oder um einen kalkreichen Boden handelte.[1]) Er erklärt diese Erscheinung auch durch die Vereinigung der Bodenteilchen durch Humus und kohlensauren Kalk zu Krümeln. Offenbar haben auch diese Forscher, wie seinerzeit SACHSSE und BECKER, willkürlich nach der Abschlämmung der wesentlichen Menge der Trübung ihre Schlämmung unterbrochen. Sonst würden sie voraussichtlich ebenso wie ich nicht eine geringere Anzahl feinster Teilchen, sondern nur eine mehr oder weniger wesentliche Verzögerung des Schlämmvorganges bei den mit Stalldünger bezw. Kalk versehenen Böden beobachtet haben. Für alle Fälle sieht man indessen aus der soeben dargelegten Beobachtung, dass die von mir ermittelten Unterschiede bei der Schlämmanalyse des gleichen, aber verschiedenartig gedüngten Bodens tatsächlich bestehen, weil derartige Beobachtungen, nur weniger scharf und ohne genauere Verfolgung der Einzelheiten, bereits an anderer Stelle zur Feststellung gekommen sind. Die Benutzung der Bodenlösung ermöglicht mir eben genauere Ermittelung, während dies beim Schlämmen mit Wasser HALL offenbar nicht in derartigem Umfange gelang.

Es scheint demnach wirklich, dass es durch Abschlämmen mit Bodenlösung gelingt, die Unterschiede in der physikalischen Beschaffenheit, die ein schwerer Boden der Jahreszeit oder der verschiedenen Düngung verdankt, festzustellen. Allerdings wird es noch schwieriger und mühevoller Arbeit bedürfen, diese Feststellung auf einen genauen und sicheren Maſsstab zurückzuführen.

Ich habe hier als naheliegenden Maſsstab die Anzahl der erforderlichen Abschlämmungen gewählt. Indessen ist hierbei ein gewisses subjektives Moment doch schwer auszuschalten. Zum mindesten müsste der Augenblick der Beendigung der Abschlämmung noch sicherer und von individuellen Anschauungen

[1]) A. D. HALL, Transactions of the chem. Soc. Bd. 85, 1904, S. 950.

unabhängiger festgelegt werden. Es kommt hinzu, dass die Anzahl der Abschlämmungen aus einem anderen Grunde nicht besonders als Mafsstab geeignet ist. Wie mir schien, ist beim Abschlämmen mit Bodenlösung die Lösung der Bodenkrümel kein stetig verlaufender Vorgang, sondern nachdem diese Lösung zuerst recht langsam verlaufen ist, steigt sie an und wird stärker, um dann wieder nachzulassen, bis sie endlich beendet ist. Es kann hiernach die einzelne Abschlämmung, je nach ihrer Lage während des ganzen Vorganges, für die Lösung von Bodenkrümeln eine verschiedene Bedeutung besitzen. Man wird also die Anzahl der Schlämmungen wohl auch zur Beurteilung heranzuziehen haben, sie aber doch nach Möglichkeit nicht als wesentliche Grundlage benutzen.

Eine zweite Möglichkeit besteht dann weiter, nämlich vergleichsweise mit destilliertem Wasser und mit Bodenlösung zu schlämmen, und mit dem Augenblick, in dem die Schlämmung mit destilliertem Wasser ihr Ende gefunden hat, auch die Untersuchung mit Bodenlösung abzubrechen und das erzielte Ergebnis für Vergleiche zu verwenden. Man stellt so fest, um wieviel weniger die Bodenkrümel durch Bodenlösung als durch destilliertes Wasser zerlegt werden, und fasst so einmal den Einfluss der Bodenlösung, zweitens aber die Art der Verfestigung der Bodenkrümel, während die mechanische Beanspruchung durch den Schlämmvorgang ausgeschaltet bleibt, da sie in beiden Fällen annähernd gleich stark auftritt; eine beschränkte Rolle muss natürlich der Unterschied im spezifischen Gewicht der Lösungen spielen, (vergl. auch oben S. 261). Auch dies Verfahren dürfte beihilfsweise, freilich wohl noch weniger als das erstbesprochene, geeignet erscheinen. Endlich, und das dürfte für die Znkunft am meisten Hoffnung erwecken, bleibt das neue und sehr aussichtsvolle Verfahren von Sven Oden übrig. Hier würde wahrscheinlich die Verwendung von Bodenlösung eine wesentliche Bereicherung der Ergebnisse bringen können, und es soll in dieser Richtung auch, sobald es die Verhältnisse gestatten, im agrikulturchemischen Institut der Universität Göttingen weiter gearbeitet werden. Nur ist leider das Verfahren Sven Odens nach Angabe seines Urhebers selbst noch nicht ausreichend durchgearbeitet, um zur Grundlage weiterer Untersuchungen gemacht zu werden. Dass es aber gelingen wird, es so weit-

gehend zu sichern, wie gefordert werden muss, dürfte zweifellos erscheinen.

Dass eine derartige Erweiterung und Verschärfung der hier zuerst empfohlenen Methode, die Bodenlösung zur Beurteilung der physikalischen Bodeneigenschaften auf dem Wege der Schlämmanalyse heranzuziehen, recht aussichtsvoll ist, geht auch noch aus einigen mir zur Verfügung stehenden Vergleichsdaten hervor. Man erinnert sich, dass unser schwerer Tonboden von Deppoldshausen von seinem Rohton nach ungefähr 15 maligem Abhebern erst etwa 2 % gewinnen liess. Die Bodenkrümel erwiesen sich also als sehr fest. Bei dem ebenfalls von mir benutzten sandigen Lehmboden konnte ich beim Abschlämmen mit Leitungswasser aus der Göttinger Leitung, das bei seinem hohen Kalkgehalt ja in mancher Hinsicht auch einer Bodenlösung ähnlich ist, bereits 4 % des im ganzen 10 % betragenden Rohtongehaltes durch 10 maliges Abschlämmen gewinnen. Auch so treten uns demnach recht weitgehende Unterschiede in der Festigkeit der Bodenkrümel entgegen.

Zwei Schwierigkeiten sind zunächst noch dem weiteren Ausbau einer bodenphysikalischen Untersuchung auf dem Wege der Heranziehung der Bodenlösung zur Schlämmanalyse hinderlich. Einmal: die lange Dauer der Versuchsarbeit. 120 Abschlämmungen bei einer Bodenprobe sind wahrlich keine Kleinigkeit. Hier wird es sich darum handeln, durch weitere Arbeit nach Möglichkeit Verbesserungen und Abkürzungen zu finden. Immerhin sei bemerkt, dass es sich bei diesen Untersuchungen darum handelt, zunächst einmal einen, wenn auch nur für wissenschaftliche Untersuchungen anzuwendenden und schwer zu handhabenden Maßstab für physikalische Bodenveränderungen durch Jahreszeit, Düngung und dergleichen zu finden, woran es bisher fast völlig mangelt. Ist erst dies ausreichend gelungen, — ich bin mir wohl bewusst, dass meine Arbeiten erst der Anfang eines Anfangs sind, — so wird die praktische Ausnutzung der Methode auch einmal möglich sein. Diese Schwierigkeit ist also keine, die den Forscher schrecken kann. Anders bei der zweiten: Die zu untersuchenden Bodenproben müssen nach Möglichkeit dem freien Felde entnommen werden, da nur in diesem sich die Veränderungen der bodenphysikalischen Eigenschaften unseres Wissens in ihrer vollen Entwicklung zeigen.

Zwar wird man auch die Entnahme aus Vegetationsgefässen in Betracht ziehen müssen, aber etwas mehr als ein Notbehelf kann das nicht sein.

Bei einer Entnahme aus dem Felde aber tritt uns als schwer zu überwindendes Hindernis die oft bearbeitete und für alle Bodenuntersuchungen in Frage kommende Schwierigkeit der Probenahme entgegen. Hierauf näher einzugehen, kann ich unterlassen, da alle Fachmänner darüber unterrichtet sein dürften, dass das Gewinnen von einwandfreien Durchschnittsproben aus Ackerland bis jetzt noch ein ziemlich ungelöstes Problem ist. Ein Vergleich der Analysen miteinander wird bei der von mir angeregten Methode auch dadurch erschwert, dass sie nicht leicht zu gleicher Zeit ausgeführt werden können, wenn nicht besondere Einrichtungen und Hilfskräfte zur Verfügung stehen.

Trotz allem ist aber das in Aussicht stehende Ziel, die bislang völlig unzugänglichen Veränderungen der physikalischen Eigenschaften des Bodens durch Düngung, Jahreszeit, Pflanzenwuchs und dergleichen erfassen zu können, ein zu wichtiges, als dass nicht durch eifriges Weiterarbeiten eine Beseitigung der Hindernisse, die es ja auch für jeden anderen Vorwurf eines Forschers gibt, angestrebt und zuletzt noch wohl auch erreicht werden müsste. Beiläufig sei noch erwähnt, dass aus meinen Untersuchungen natürlich unter anderem auch hervorgeht, dass die Anwendung von Leitungswasser beim Schlämmen, auch wenn sein Salzgehalt gering ist, für die Teilchen unterhalb 0.006 mm nicht zu empfehlen ist. Nicht nur ist die Trennung sehr langwierig, sondern man kann sich auch leicht über den Endpunkt täuschen. Leider ist ein beträchtlicher Teil der bis jetzt ausgeführten mechanischen Analysen mit Leitungswasser gemacht. Mit grosser Wahrscheinlichkeit sind die meisten solcher Analysen nicht sehr zuverlässig, ja, sie dürfen unter Umständen sogar irreführend sein.

Teil C.

Verschiedenes.

Absetzversuche.

Um auch auf anderem Wege die Vorarbeiten für die Benutzung der Bodenlösung zur Schlämmanalyse und überhaupt zur physikalischen Kennzeichnung des Erdbodens zu erweitern,

schien es wichtig, in der Art der von MASCHHAUPT[1]) und anderen durchgeführten Absetzversuche weitere Klärung zu suchen. Es wurde zu diesem Zwecke von dem feuchten Boden eine Menge, entsprechend 20 g Trockenerde, abgewogen und mit 100 ccm dest. Wasser 6 Std. geschüttelt. Der Inhalt von 3 Schüttelflaschen wurde zusammen in einen grossen Zylinder übergespült und mit dest. Wasser angefüllt, bis die Höhe 20 cm und das Volumen ca. 500 ccm betrug. Absetzversuche wurden mit Proben I a, II a, I c und II c vorgenommen.

Schon nach einigen Stunden machte sich ein kleiner aber deutlicher Unterschied merkbar, welcher nach ca. 30 Std. am deutlichsten war. Es zeigte sich, dass die beiden Sommerproben sich besser abgesetzt hatten als die Winterproben und dass ferner die Kalkprobe jedesmal klarer als die parallele Stallmistprobe war. Auch schien der Bodensatz bei den Kalkproben eine etwas dichtere Beschaffenheit zu haben. Die Unterschiede waren aber so gering, dass ich vergeblich durch Photographieren sie deutlich zu veranschaulichen versuchte (s. S. 273).

Auch hier war also eine deutliche Beeinflussung der Bodenstruktur durch die Jahreszeit und Düngung zu sehen. Das Verhalten beim Absetzen steht aber scheinbar in keinerlei direkter Beziehung zu der Konzentration der ausgepressten Bodenlösungen, wohl aber zu der Löslichkeit dieser Proben im Wasser (was aus einem späteren Versuch hervorging).

Ganz entsprechend wurden nun auch Absetzversuche mit der künstlichen Bodenlösung angesetzt. Hier fand eine Ausflockung — die mit dem blossen Auge gut sichtbar war — beinahe sofort statt. Merkwürdigerweise war die Flüssigkeit in beiden Fällen bei den Stallmistproben viel klarer als bei den Kalkproben. Offenbar ist die Konzentration der Lösung oder deren Kalkgehalt hierbei nicht massgebend gewesen; denn bei Probe II c (Stallmist, Sommer) war doch die Ausflockung viel stärker als bei I c (Kalk, Sommer), trotz der Tatsache, dass letztere mit einer konzentrierten Flüssigkeit aufgeschüttelt worden war. Dies steht in vollem Einklang mit der erwähnten Be-

---

[1]) MASCHHAUPT, Onderzoek naar de Veranderingen welke door Plantengroei en Bemesting in den Bouwgrond teweeggebracht worden; overgedrukt uit de „Verslagen d. Rykslandbouw-Proefstations" Bd. XII, 1912.

obachtung bei der mechanischen Analyse (S. 264), dass die Schlämmung der Kalkproben mit den Bodenlösungen schneller beendet werden konnte als die der parallelen Stallmistproben. Eine Wiederholung sämtlicher Absetzversuche ergab das gleiche Resultat. Die Klarheit nahm in nachstehender Reihenfolge ab:

Wasseraufschwemmung (nach 30 Std.):	Bodenlösungaufschwemmung (nach 1 Std.):	
I c (Kalk, Sommer)	II a (Stallmist, Winter)	ungefähr gleich.
II c (Stallmist, Sommer)	II c (Stallmist, Sommer)	
I a (Kalk, Winter)	I c (Kalk, Sommer)	ungefähr gleich.
II a (Stallmist, Winter).	I a (Kalk, Winter)	

Nach diesen Erörterungen scheint es nicht so sehr aus der Luft gegriffen, die günstige Wirkung des Kalkes auf die physikalische Beschaffenheit eines schweren Tonbodens in erster Linie als eine direkte Wirkung zu betrachten (etwa durch Absorption zustande gebracht, obwohl Sachsse z. Z. diese Ansicht verwarf).[1]) Die alte, viel vertretene Anschauung, die günstige Kalkwirkung beruhe ausschliesslich auf der Anreicherung der Bodenlösung mit Ca-Ionen, wodurch die aufgeschwemmten Tonteilchen ausgeflockt werden, genügt meiner Ansicht nach nicht, die viel bessere Wirkung des Kalkes gegenüber dem Gips zu erklären, und ist in ihrer Allgemeingültigkeit schon von anderer Seite[2]) in Zweifel gezogen worden. Sie findet auch in den mitgeteilten Versuchen keine Unterstützung. Fast jede natürliche Bodenlösung nicht sauerer Art scheint vielmehr eine genügende Gesamt- sowie Ca-Konzentration zu haben, Tonteilchen innerhalb kurzer Zeit auszuflocken, so dass ein Kalkzusatz eigentlich überflüssig wäre. Dass dennoch der Kalk auf derartigen schweren, tonreichen Böden oft in hohem Maſse nützlich ist, scheint mir mehr die Folge einer direkten Verbindung, wahrscheinlich physikalischer Art, mit den Tonteilchen, wodurch ihre gesamten physikalischen Eigenschaften günstig verändert werden.

Da wir es nun in der Natur gewöhnlich mit kleinen Wassermengen im Verhältnis zum Boden zu tun haben, habe ich einen weiteren Absetzversuch vorgenommen, wobei auf eine Menge frischen Bodens entsprechend 50 g lufttrockner Substanz nur 100 ccm destilliertes Wasser bezw. Bodenlösung kamen. Die Bodenaufschwemmungen wurden in den Schüttelgläsern zum

[1]) Landw. Versuchs-Stationen 1894, S. 17.
[2]) Given, Dissertation, Göttingen 1915.

Absetzen gebracht. Der Vorgang war in diesem Falle ein ganz anderer. Um die Ausdrucksweise von MAYER[1]) zu gebrauchen, fand hier bei allen Proben, dest. Wasser oder Bodenlösung, Kalk oder Stallmist, „eine Ausscheidung des Wassers durch die Erde" statt, wogegen bei den früheren Absetzversuchen dies nur bei den Aufschwemmungen in der Bodenlösung der Fall war. Die Wasserschicht war von Anfang an absolut klar — wie durch ein Tonfilter filtriert (was auch gewissermassen tatsächlich der Fall war). Der Boden schrumpfte allmählich mehr und mehr zusammen, bis nach einer Woche sein Volumen gleich dem des überstehenden Wassers war. Es war nunmehr auch kaum noch ein Unterschied zwischen destillierten Wasser- und Bodenlösungs-Proben zu sehen, obwohl in den ersten Tagen der Bodensatz aus destilliertem Wasser viel voluminöser war und beim Kippen der Flasche eine weniger feste Lagerung zeigte. Bei diesem Versuche war von einem Unterschiede zwischen Kalk- und Stallmistproben überhaupt nichts zu bemerken. Dieses Verhalten beim Aufschütteln mit wenig destilliertem Wasser schreibe ich einerseits dem Auflösen der Bodensalze, wodurch eine Art verdünnter Bodenlösung entsteht, andererseits aber der grossen Konzentration an Tonteilchen zu.

Bodenauszüge.

Um möglichst den Einfluss der Düngung und Jahreszeit zu erforschen, wurde zuletzt eine Art Bodenauszug hergestellt und zwar einmal mit destilliertem Wasser und zweitens mit verdünnter Salzsäure. Bei der Herstellung des Wasserauszuges wurde der Absetzversuch (S. 270) wiederholt. Auf 60 g Trockenerde kamen genau 500 ccm Wasser. Nach zwei Wochen Stehen waren alle Aufschwemmungen ganz klar abgesetzt. Ich pipettierte nun von jedem Zylinder zwei Proben von je 100 ccm ab, bestimmte in einer den Eindampfrückstand und in der anderen den CaO-Gehalt. Vergleicht man diese Zahlen (Tabelle XXIII) mit dem Verhalten dieser Proben beim Absetzen aus destilliertem Wasser, so scheint der Unterschied beim Absetzen zum grossen Teil durch die Menge der beim Aufschütteln in Lösung gegangenen Salze bedingt.[2])

---

[1]) Forschungen auf d. Gebiet d. Agrikulturphysik Bd. 2, S. 253.

[2]) MASCHHAUPT (Onderzoek usw. S. 14) fand, dass die in Lösung gegangene CaO-Menge bei seinen Versuchen hierbei massgebend war.

Bei der Bereitung des Salzsäure-Auszuges konnte der Boden nicht mit der Säure in der Maschine geschüttelt werden, da die CO_2-Entwicklung zu lebhaft war. Es wurde daher, wie vorhin, der Boden 6 Std. in den kleinen Schüttelgläsern mit destilliertem Wasser geschüttelt, dann in Liter-Kolben übergespült, mit der nötigen Menge Wasser versetzt und soviel konzentr. HCl zugesetzt, dass die Konzentration $^1/_2$ % betrug. Es wurde nun zwei Tage lang öfters am Tage mit der Hand aufgeschüttelt und dann in die Absetzzylinder übergespült. Einen Tag später wurden von der nunmehr ganz klaren Flüssigkeit Portionen von 100 ccm abpipettiert und einige Bestandteile darin bestimmt.

Tabelle XXIII.

Auszug		Winterproben			
		Kalkparzelle (I a)		Stallmistparzelle (II a)	
		pro Liter Auszug	pro 100 g Boden	pro Liter Auszug	pro 100 g Boden
mit dest. Wasser	Eindampfrückstand .	0.156	0.130	0.138	0.115
	CaO	0.038	0.032	0.029	0.024
mit $^1/_2$ %iger HCl	Eindampfrückstand .	8.01	6.68	13.53	11.28
	Amm.-Niederschlag .	0.95	0.79	1.04	0.87
	CaO	1.68	1.40	3.02	2.52
	KCl + NaCl . . .	0.40	0.33	0.65	0.54

Auszug		Sommerproben			
		Kalkparzelle (I c)		Stallmistparzelle (II c)	
		pro Liter Auszug	pro 100 g Boden	pro Liter Auszug	pro 100 g Boden
mit dest. Wasser	Eindampfrückstand .	0.260	0.217	0.233	0.194
	CaO	0.056	0.047	0.045	0.038
mit $^1/_2$ %iger HCl	Eindampfrückstand .	7.05	5.88	10.68	8.90
	Amm.-Niederschlag .	0.86	0.72	0.94	0.78
	CaO	1.38	1.15	2.58	2.15
	KCl + NaCl . . .	0.33	0.28	0.42	0.35

Der Wasserauszug scheint also deutlich durch die Jahreszeit beeinflusst zu sein. Dies ist auch, was man aus der erhöhten Tätigkeit der Atmosphärilien im Sommer erwarten konnte. Die

Kalkung hat auch anscheinend, besonders im Sommer, die Menge der wasserlöslichen Salze erhöht. Merkwürdig ist, dass der Säureauszug im regelrechten Gegensatz zu dem Wasserauszug steht. Hier war die Konzentration der Lösung der Stallmistproben beinahe die zweifache der der Kalkprobe und die der Sommerproben kleiner als die der entsprechenden Winterproben. Vielleicht ist die Erklärung hierfür, dass durch den Stallmist eine grosse Menge Salze dem Boden zugesetzt ist, die vom Boden nicht an Wasser, wohl aber an verdünnte Säuren abgegeben werden. Die kleinere Löslichkeit der Sommerproben in verdünnter Säure dürfte zum Teil als Folge des Verbrauchs an mineralischen Bodenbestandteilen durch die Ernte angesehen werden. Wie schon bei der Besprechung der Bodenlösungen hervorgehoben, sehen wir auch hier, dass bei den Lösungen von den Kalkproben das Verhältnis der anderen Basen zu CaO ein grösseres ist als bei den Stallmistproben. Überraschend ist, dass die Auszüge der mit Kalk gedüngten Parzelle so viel weniger CaO als die der Stallmistparzelle enthielten. Zwar handelt es sich hier um einen Muschelkalkboden von ca. 5 % in 4 %iger HCl löslichem CaO,[1]) so dass auch der Säureauszug ungekalkter Parzellen natürlicherweise reich an CaO sein wird. Trotzdem konnte man erwarten, dass die gekalkte Parzelle doch an $^1/_2$ %ige HCl eine grössere Menge Kalk als die Stallmist-Parzelle hätte abgeben sollen. Eine Erklärung hierfür fehlt mir.

Zusammenfassung.

1. Die bisherigen Methoden der Bodenlösungsgewinnung sind, besonders bei schweren Bodenarten, entweder direkt unzuverlässig oder praktisch kaum durchführbar.

2. Das Auspressen des Bodens hat sich als vorzügliches Mittel gezeigt, auch aus mässig feuchtem, naturfrischem Boden eine verhältnismässig grosse Menge Bodenlösung zu bekommen.

3. Die Konzentration der Bodenlösung schwankt erheblich nicht nur für verschiedene Böden, sondern auch Proben desselben Feldes zeigen gelegentlich merkliche Abweichungen. Trotzdem lässt sich die im ersten Falle beobachtete Verschiedenheit der Konzentration zumeist sehr gut durch die Düngung und die klimatischen Faktoren erklären.

---

[1]) Vergl. THAER, Journal f. Landw. 1911, S. 14.

4. Die prozentuale Zusammensetzung der Bodenlösung in einem schweren Tonboden dagegen bleibt ziemlich dieselbe bei verschiedener Düngung usw., was zweifellos durch die starke Absorptionskraft des Bodens bedingt ist.

5. Um die absolute mechanische Zusammensetzung des Bodens (in Einzelkornstruktur) zu ermitteln, ist die Analyse mit destilliertem Wasser das beste Verfahren. Die Methode Hissink-Atterberg ist hierbei sehr zu empfehlen.

6. Der Schlämmvorgang mit Bodenlösung verläuft ganz anders als mit dest. Wasser. Der Einfluss der Düngung und Jahreszeit tritt hierbei deutlich zu Tage. Letzten Endes gelangt man aber auch beim Schlämmen mit der Bodenlösung zu ähnlichen Werten als bei der Trennung mit destilliertem Wasser.

7. Die wichtige Aufgabe der Bodenkunde, Anhaltspunkte über die momentane Struktur des Kulturbodens zu gewinnen, dürfte, wie meine Versuche zu zeigen scheinen, durch die Anwendung der Bodenlösung einer massgeblichen Förderung erheblich näher kommen. Welchen Weg wir mit der meisten Aussicht auf Erfolg einzuschlagen haben, ist im vorhergehenden ausführlich dargelegt.

Diese Arbeit wurde auf Anregung des Herrn Prof. Dr. P. Ehrenberg im hiesigen agrikulturchemischen Institut ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, ihm für seine wertvollen Ratschläge und sein stets bereitwilliges Entgegenkommen meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Göttingen, Agrikulturchemisches Institut der Universität,
Februar 1916.

Literaturbesprechungen.

Anleitung für den Feldgemüsebau. Bearbeitet im Auftrage des Vorstandes des Verbandes deutscher Gemüsezüchter von O. Hollmann, Geschäftsführer des Verbandes deutscher Gemüsezüchter, und Direktor Jauchen, Leiter der Landwirtschaftlichen Schule in Zerbst. 3. Auflage. Verlag des Verbandes deutscher Gemüsezüchter. Poppenburg, Post Burgstemmen in Hannover, 1916. 60 S.

Die als Nr. 1 der Flugschriften des Verbandes deutscher Gemüsezüchter erschienene kleine Schrift kommt gerade jetzt, wo das allgemeine Bestreben dahin geht, den für die Volksernährung so wichtigen Gemüsebau auszudehnen, sehr gelegen. Sie zeigt zunächst die volkswirtschaftliche Bedeutung des Gemüsebaus, welche besonders daraus hervorgeht, dass die Einfuhr an frischem Gemüse noch im Jahre 1912 die Summe von 80000000 Mark erreichte und weist darauf hin, dass bei einer richtigen Handhabung des Gemüsebaus im landwirtschaftlichen Betriebe auch hohe Reinerträge durch ihn erreicht werden können. Darauf werden die Kultur der wichtigsten, für den feldmässigen Anbau in Betracht kommenden Gemüsearten, der Absatz, der Transport und die Aufbewahrung des Gemüses besprochen. Der Verband deutscher Gemüsezüchter hat sich durch die Herausgabe der von bewährten Fachmännern verfassten Schrift ein Verdienst erworben.

v. Seelhorst.

Landwirtschaftlich wichtige Hülsenfruchter. Von Dr. C. Fruwirth, Professor an der technischen Hochschule in Wien. Zweites Heft: Soja, Fisole, Kicher, Erve, Ervilie, Platterbse und andere Hülsenfruchter, deren Samen als Futtermittel eingeführt werden. Mit 4 Tafeln und 9 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1916. (Landwirtschaftliche Hefte Nr. 30/31.) Preis 1 M. 60 Pf.

Dem ersten Heft, welches die Erbse, Wicke, Ackerbohne, Lupine und Linse behandelt hat, lässt Fruwirth jetzt ein zweites folgen, in welchem weitere Hülsenfruchter besprochen werden. Er fasst diese in 3 Gruppen zusammen: 1. in Mitteleuropa gebaute Hülsenfruchter — Fisolen und ein-

blütige Erve —; 2. in Mitteleuropa noch gebaute Hülsenfruchter, deren Samen auch zu uns eingeführt werden — Ervilie, Soja, echte Kicher und essbare Platterbse —; 3. Hülsenfruchter, deren Samen nach Mitteleuropa eingeführt werden — 13 Sorten —. Die Pflanzen der 1. und 2. Gruppe werden beschrieben und dabei wird ihre Kultur besprochen. Die Erve wird in Norddeutschland wohl kaum angebaut. Der Anbauwert der Pflanzen der 2. Gruppe, besonders der Sojabohne, wird auf das richtige Mafs zurückgeführt. Bei den Pflanzen der 3. Gruppe ist der Anbau nicht besprochen. Hier liegt der Schwerpunkt der Darstellung auf der Beschreibung der Samen, für welche eine Klassifikationstabelle aufgestellt ist, und auf der Kennzeichnung ihres Wertes oder Unwertes als Nahrungs- und Futtermittel.

Einer Empfehlung bedarf das Heft nicht. Der Name des Verfassers genügt als solche.

v. Seelhorst.

Untersuchungen über den Energie- und Eiweissbedarf der höheren Tiere und des Menschen. Von Dr. H. P. Wamser, Berlin. Abhandlungen zur Volksernährung, herausgegeben von der Zentral-Einkaufsgesellschaft m. b. H., Heft 2, 1915. 88 Seiten und 2 Tabellen.

Das vorliegende Heft stellt sich zur Aufgabe, durch Behandlung der wissenschaftlichen Forschungen auf dem Gebiete der menschlichen bezw. tierischen Ernährung mit Hilfe der höheren Analysis einen weiteren Einblick in die Behandlung ernährungsphysiologischer Fragen zu erhalten. Dabei „soll das dem Entwicklungsvorgange zugrunde liegende Gesetz herausgearbeitet werden".[1]) Dies Gesetz wird uns als Gleichung dargestellt

$$\ln \frac{B \,.\, z}{B - z} = k \,.\, z + c.$$

Das Körpergewicht wird hiermit als unmittelbare Funktion der Zeit ermittelt.

Eine grössere Zahl von Berechnungen und Tabellen führen auf dies von Wamser aufgestellte Gesetz hin, oder suchen es zu stützen. Doch scheint mir aus ihnen, wie, soweit ich mir ein Urteil darüber erlauben darf, auch aus der Gleichung die wohl zweifellos auch bei gesunden Menschen in höherem Alter eintretende Abnahme des Körpergewichtes nicht abzuleiten zu sein. Sie fällt aus den Berechnungen heraus. Freilich würde es möglich sein, sie durch die mit dem Alter eintretenden Hemmungen zu erklären, und somit aus der Betrachtung auszuschalten. So weiss auch Wamser eine andere, ihm selbst auffallende Abweichung von seinem Gesetze, die sich für das erste Jahr nach der Geburt kennzeichnet, durch die für die Entwicklung besonders günstigen Umstände zu erklären, da fast sämtliche Wachstumsfaktoren im Optimum vorhanden seien. Eine Annahme übrigens, die zweifellos viel Richtiges enthält, mit der verhältnismässig sehr grossen Sterblichkeit gerade

---

[1]) Vergl. Vorwort, S. 6.

in diesem Lebensabschnitt aber nicht unbedingt im Einklang zu stehen scheint.[1])

Auch ein weiterer Umstand wird von dem Gesetz Wamsers nicht erfasst: nämlich der Einfluss der Entwicklung der Geschlechtstätigkeit beim jugendlichen Menschen auf das Wachstum, auf Länge und Körpergewicht. Er ist sehr bekannt, und gibt sich auffallenderweise dadurch zu erkennen, dass in der Entwicklungszeit zunächst Mädchen schwerer werden, als gleichaltrige Knaben, da sie sich früher entwickeln. Später überholen die Knaben dann wieder die Mädchen, so dass die sich auch vor Beginn der Entwicklung darbietende Erscheinung, dass die Knaben schwerer sind, wiederhergestellt wird. Wamsers Gesetz berücksichtigt diesen Umstand nicht, der aber schon aus den von ihm selbst angeführten Tabellen wenigstens zum Teil mit grösserer Deutlichkeit hervorgeht:

Reziprokes Rohgewicht bezw. Zahl der Einzelmenschen auf 1000 kg Gewicht.

Alter Jahre	Ermittelt nach Landois-Quêtelet		Ermittelt nach Friedenthal		Berechnet nach Wamser	
	für Knaben	für Mädchen	für Knaben	für Mädchen	für Knaben	für Mädchen
0	332.4	—	222.22	—	123.87	—
1	100.0	107.54	105.26	107.50	98.00	108.00
2	83.3	87.72	90.91	95.24	86.54	94.41
3	75.8	80.32	80.00	83.33	76.58	82.77
4	66.2	70.52	66.67	71.31	67.94	72.56
5	60.0	64.52	62.50	66.67	60.48	64.26
6	55.5	59.74	55.56	59.52	53.93	56.94
7	50.0	54.20	47.62	50.00	48.28	50.67
8	48.8	50.45	43.48	45.45	43.37	45.30
9	41.5	44.56	—	38.46	39.12	40.70
10	38.0	41.25	33.33	33.33	35.42	36.75
11	35.7	38.10	32.26	30.77	32.21	33.38
12	32.3	32.74	31.25	29.41	29.42	30.48
13	28.3	28.86	30.30	28.57	27.00	28.00
14	20.6[2])	26.25	27.03	25.64	24.90	25.88
15	21.5	24.21	24.39	24.39	23.08	24.06
16	18.7	20.50	22.22	20.00	21.49	22.50

[1]) Die Lebensgefährdung bei beiden Geschlechtern sinkt von ihrer grössten Höhe im Säuglingsalter im Alter von 10—15 Jahren auf ihr Mindestmafs herab, und erreicht erst jenseits des achtzigsten Lebensjahres wieder dieselbe Höhe wie im Säuglingsalter. Vergl. W. Kruse und P. Selter, Die Gesundheitspflege des Kindes, S. 34 (Stuttgart 1914). Vergl. ebenda S. 36: „in Preussen ist etwa die Hälfte aller Todesfälle im Säuglingsalter auf Ernährungsstörungen zu beziehen".

[2]) Hier liegt vielleicht ein Druckfehler vor, da sonst vom 14. zum 15. Jahre eine regelmässige Gewichtsabnahme angenommen werden müsste!

Berücksichtigen wir aber nicht wie WAMSER die von der Kritik ohnehin angegriffenen[1]) Zahlen von QUÉTELET, die zudem die ältesten ihrer Art sind, sondern zur Ergänzung die zusammen 46 Zahlenreihen umfassenden sonstigen ausländischen wie einheimischen Angaben über die Gewichtsverhältnisse bei Knaben und Mädchen in der Entwicklungszeit, wie sie u. a. in einem jüngst erschienenen Buche zusammengestellt sind, so ist allen — eben mit alleiniger Ausnahme von QUÉTELET — gemeinsam das absolute Überwiegen der Mädchen an Gewicht in der zweiten Streckung, welches im 12.—14. Jahre am ausgesprochendsten ist, aber in einzelnen Reihen bis zum 9. hinab und bis zum 16. hinaufreicht.[2])

Mit Ausschaltung irgend welcher Hemmungen halber dürfte hier nicht zu arbeiten sein, auch wenn man mit derlei Hilfen recht weitherzig nachhelfen wollte. Ich glaube übrigens, dass auch noch ein Umstand, dessen ich nur flüchtig Erwähnung tun will, in ähnlicher Richtung Schwierigkeiten bereiten muss: die mit Aufhören der Geschlechtstätigkeit bei der Frau um das 45. Lebensjahr wohl häufig eintretende stärkere Zunahme des Körpergewichtes. WAMSER hat bei seinen Ermittelungen dieses Lebensalter ebenso wenig in die Berechnung hineingezogen, wie das eigentliche Greisenalter.

Ist somit die Wachstumsgleichung WAMSERS doch in mancher Beziehung von den Tatsachen noch reichlich weit entfernt, sobald man wenigstens auf genauere Betrachtung Wert legt, so dürfte das Gleiche auch von dem Versuch gelten, rechnerisch den absoluten Bedarf an Eiweiss für Tag und Kopf zu bestimmen. WAMSER nimmt in gleicher Weise ein Vorliegen der logarithmischen Abhängigkeit des Energie- und Eiweissbedarfes vom Alter an. Auch hier ist der Einwirkung der geschlechtlichen Tätigkeit, besonders aber auch der natürlichen Ernährung der Kinder in den ersten Lebensmonaten keinerlei Beachtung geschenkt, ja, sie ist wohl nicht einmal erwähnt. Und doch muss die stillende Frau notwendigerweise einen höheren Eiweiss- und Kalorienbedarf haben, als eine Frau gleichen Alters, die kein Kind nährt.

Es scheint mir, als wenn diese Hinweise die Erklärung eines der verschiedenen Fälle ergeben, in denen WAMSER findet, dass sein Gesetz mit vorhandenen Erfahrungswerten gar nicht übereinstimmt. Es ist

		der Eiweissbedarf nach KÖNIG			
im Alter von 16—18 Jahren . .	75	g bei Männern	75	g bei Frauen	
„ mittleren Alter von 35 Jahren	100	„ „ „	95	„ „ „	
		der berechnete Eiweissbed. n. WAMSER			
„ Alter von 16—18 Jahren . .	86.5	„ „ „	78.5	„ „ „	
„ mittleren Alter von 35 Jahren	78—65	„ „ „	70—53	„ „ „	

WAMSER sagt hierzu: „Nach der Rechnung erhält man bis zum 18. Lebensjahr ähnliche Zahlen. Für das ausgewachsene Individuum ergeben sich aber ganz ausserordentliche Abweichungen.“ Sollte hier nicht auch die völlige Vernachlässigung der Geschlechtstätigkeit durch WAMSERS Berechnungen eine Erklärung dafür geben, dass im Durchschnitt der Verhältnisse,

[1]) Vergl. wieder W. KRUSE und P. SELTER, a. a. O. S. 10 und 23/24.

[2]) Ebenda S. 22—25, ferner auch BORUTTAU, Handbuch für Jugendpflege, 1912, wo gleichfalls eine Zusammenstellung der Gewichte von Knaben und Mädchen im Entwicklungsalter zu finden ist.

nicht im einzelnen Versuchsfall, auf den sich Wamser gegen König beruft,[1]) die rein mathematische Ableitung nicht passende Werte ergibt? Ebenso wie in der Landwirtschaft tragende, milchgebende und deckende Tiere besondere Berücksichtigung für ihren Eiweissbedarf gegenüber den nahezu als geschlechtslos zu bezeichnenden Mast- und Arbeitstieren verlangen, so müssen selbstverständlich ähnliche Verhältnisse beim Menschen obwalten. Auch eine weitere von Wamser selbst bemerkte Unstimmigkeit der Tatsachen gegenüber seiner Berechnung könnte ähnlich zu erklären sein,[2]) und ihr Fehlen bei Knaben mit der bei diesen auf solcher Altersstufe noch nicht in diesem Umfang abgeschlossenen Entwicklung; doch sei dies dahingestellt.

Die vorliegenden Ausführungen waren bereits geschrieben, als mir durch die Güte von Herrn Geheimrat Professor Dr. Pfeiffer-Breslau dessen Abhandlung über „Logarithmische Funktion oder geradliniger Ausgleich als Ausdruck für die tierische Produktion" bekannt wurde.[3]) Er kommt zu erheblich von Wamser abweichenden Ansichten, wie aus seiner Besprechung der Königsberger Inauguraldissertation desselben hervorgeht.[4]) Die von mir hier behandelte Schrift Wamsers ist eine Erweiterung seiner Dissertation nach der Richtung der menschlichen Ernährung hin. Für ihre Beurteilung wird daher Pfeiffers Ansicht, dass es heute noch nicht gelingt, die Beobachtungen auf dem Gebiet der tierischen Ernährung einheitlich mathematisch zu deuten, eine wesentliche Bedeutung haben, und meine Ausführungen nicht nur ergänzen, sondern ihre Bedeutung wesentlich überwiegen. Das Ergebnis beider ist indessen das Gleiche.

Ob es unter diesen Umständen als ratsam bezeichnet werden kann, aus Wamsers sonst ja fesselndem Versuch, die höhere Mathematik in weiterem Umfange in die Behandlung der Ernährungsfragen einzuführen, Schlüsse für Massnahmen bezüglich unserer Volksernährung zu ziehen, möchte ich dem Urteile des Lesers überlassen. Dass derartige Absichten jedenfalls im Bereiche der Möglichkeit liegen, dürfte aus der Herausgabe der Arbeit durch die Zentraleinkaufsgenossenschaft m. b. H. in Berlin zu schliessen sein. Ich wage nicht in so hochwichtigen Dingen auf Grund einiger Rechnungen für oder gegen ein Urteil abzugeben. Nur das möchte ich betonen, dass neben „die Notwendigkeit, vor allem für eine reichliche Eiweissversorgung der Truppen zu sorgen" — eine Notwendigkeit, die in dieser Ausdehnung bisher wohl nur auf Wamsers Zahlen gestützt wird — unumgänglich die Notwendigkeit zu setzen ist, zum mindesten für ausreichende Eiweissversorgung der stillenden Frauen jeden Alters, wie auch der Kinder, Vorkehrungen zu treffen.

Paul Ehrenberg.

Kellner, O., Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 7., neubearbeitete Auflage, herausgegeben von Dr. G. Fingerling, Professor, Vorstand der Kgl. Versuchs-

---

[1]) Bei Wamser, vergl. S. 82, auch S. 75.
[2]) Bei Wamser, vergl. S. 36.
[3]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87, 1915, S. 409.
[4]) Ebendort S. 439.

Station Möckern. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1916. XII und 639 Seiten. Mit einem Bildnis. Gebunden, Preis 14 M. 50 Pf.

Die erste Auflage von KELLNERS bekanntem Lehrbuch, die nicht mehr von seiner Hand bearbeitet werden konnte, ruft wieder die Erinnerung an seinen allzufrühen Tod, der ihn aus so fruchtbringender Tätigkeit riss, in unser Gedächtnis. Und gerade heute, wo die noch schwankenden und unsicheren Erfahrungen der Kriegszeit geeignet erscheinen, so manche der bisherigen Anschauungen zu beeinflussen, und auf Jahre hinaus Stoff zu neuer, dringender Arbeit vorliegt, empfinden wir seinen Verlust doppelt.

Die Verlagsbuchhandlung konnte bei der schwierigen Wahl eines neuen Herausgebers für das weitaus erste agrikulturchemische Buch, das wir zurzeit in Deutschland, ja, wohl überhaupt besitzen, kaum eine geeignetere Kraft treffen, als den Nachfolger KELLNERS in Möckern, dem ausser der Arbeitsfrische jüngerer Jahre auch noch die Kenntnis des wertvollen Nachlasses unveröffentlichter KELLNERscher Forschungen zu eigen ist, und der auch schon seit Jahren durch eingehende und beachtenswerte Arbeiten, allein, wie mit seinem greisen Lehrer in Hohenheim zusammen, sich einen guten Namen auf dem Gebiet unserer Tierernährung erworben hatte. Von ihm ist auch zu erwarten, dass er in getreuer Nachfolge seines Vorgängers stets darauf hinarbeiten wird, das Buch durch eigene Experimentalforschung, wie durch sorgfältige Berücksichtigung der einheimischen wie nicht weniger der Auslandsliteratur dauernd als das zu erhalten, was es heute ist: „das" Buch über landwirtschaftliche Tierernährung. Man sagt ja wohl, dass es leichter sei, ein Vermögen zu erwerben, als es zu erhalten. Möge die Zukunft beweisen, dass der Nachfolger KELLNERS auch dieser schweren Aufgabe gewachsen ist!

Für eine Besprechung der Neubearbeitung muss zunächst vorausgeschickt werden, dass der Leser in einer Hinsicht darin weniger finden wird, als er vielleicht erwartet: nämlich in bezug auf die heutige „Kriegsfütterung". Das erklärt sich aber sogleich, wenn wir aus dem Vorwort ersehen, dass der Druck der vorliegenden Ausgabe bei Kriegsausbruch bereits begonnen hatte, dann aber nahezu ein Jahr lang ruhen musste, bis es gelang, ihn zu Ende zu führen. Dann ist es weiter in mancher Hinsicht richtig, wenn FINGERLING meint, dass die Erfahrungen des Krieges auf unserem Gebiet noch zu wenig gesichert seien, um für ein Lehrbuch Verwendung finden zu können. Er stellt aber für spätere Auflagen ihre Berücksichtigung in Aussicht, und wird damit gewiss zumal bei der landwirtschaftlichen Praxis, die nach Lage der Dinge selbstverständlich besonders ungeduldig auf Berücksichtigung der neuen Erfahrungen warten muss, lebhaftesten Anklang finden. Auch für unsere Besprechung hier ist, so schwierig dies auch gelegentlich sein mag, daher der Beschränkung auf die vor dem Kriege liegenden Erfahrungen Rechnung zu tragen.

Umfangreiche Veränderungen, Neubearbeitung und Neuanlage ganzer Abschnitte und Kapitel bringt uns die Neuauflage nicht. Doch findet man bei sorgfältiger Durchsicht mehr, als es zunächst beim Durchblättern scheinen möchte, an Einzelheiten, die von der ändernden Hand des neuen Herausgebers Zeugnis ablegen. Besonders gilt dies hinsichtlich der Ernährung der Schweine, für die, dank neuer Untersuchungen, die zu nicht geringem Teil durch FINGERLING selbst ausgeführt worden sind, — zum Teil stammen sie auch von

Honcamp und anderen — jetzt etwas mehr Sicherheit herrscht, als früher (vergl. S. 45, 501 u. f.). Die Anschauungen über die sogenannte Verdauungsdepression bei sehr reichlicher Verfütterung von Kohlenhydraten zeigen sich gleichfalls verändert (S. 54), obwohl es bei diesem schwierigen Gebiet wohl noch nicht gelungen ist, zu vollständiger Klarheit hindurchzudringen. Weiterhin finden sich, gleichfalls wesentlich auf Fingerlings Arbeiten beruhende, neue Angaben über die Aufnahme von Phosphorsäureverbindungen durch das Tier (S. 486/87). Gelegentliche Kürzungen sind als zweckmässig zu bezeichnen (z. B. S. 450), obwohl auch der Fortfall der einen oder anderen Kritik (S. 76), bedauert werden kann. Wenigstens schien mir bei der auf diesem Gebiet immer noch herrschenden Unsicherheit die Beibehaltung des Kellnerschen Urteils über die Anwendbarkeit des sogenannten „respiratorischen Quotienten" so lange erwünscht, als man nicht dafür einleuchtende Gegengründe an seine Stelle setzen kann. Weiterhin dürfte für den praktischen Schweinemast betreibenden Landwirt die Fortlassung eines von Kellner seinerzeit gebrachten Berichtes über F. Lehmannsche Schweinemastversuche recht unerwünscht sein, zumal wegen der darin behandelten Vorbereitung zur Mast durch Grünfutter oder ähnliche Mittel (S. 504). Wenn dagegen offenbar neue Erfahrungen etwas abweichende Anschauungen gebracht haben, wie auf dem Gebiet der Amide und Ammoniumverbindungen (S. 555), so lässt sich natürlich gegen eine Veränderung gegenüber dem alten Text nichts einwenden; mehr schon, wenn Begründungen auch weiterhin übernommener Anschauungen fortfallen (S. 553), wobei es ein kleines Missgeschick ist, dass die zu dem fortgelassenen Text gehörige Anmerkung erhalten blieb, ohne dass sie nun noch Bedeutung besässe (S, 553, Anm. 1). Ein Anhang, der die Benutzung der Tabellen zur Futterberechnung erleichtert, muss durchaus als willkommen, ja, als ein Bedürfnis begrüsst werden. Es würde gewiss kein Fehler sein, wenn er in einer neuen Auflage erweitert würde. Vielleicht liesse sich ihm die Neubauersche Futterpreistafel angliedern, oder wenigstens ein Hinweis auf dieselbe geben. Überhaupt wird auf die Dauer „das" Buch über landwirtschaftliche Tierernährung kaum eines Abschnittes über Geldwertberechnung von Futtermitteln entbehren können, der ja von Kellner in älteren Auflagen seinerzeit auch gebracht worden ist. Die Bearbeitung würde ja von einem Sonderfachmann, wie etwa dem soeben genannten, durchgeführt werden können. Damit glaube ich, eine allgemeine Besprechung der neuen Auflage gegeben zu haben. Aber es würde der grossen Bedeutung des Buches meiner Empfindung nach nicht entsprechen, wenn man nicht gerade diese Gelegenheit benutzen wollte, kleinere und grössere Wünsche für eine unzweifelhaft bald erforderlich werdende Neuauflage zu äussern, um so mehr, als früher die überragende Leistung Kellners auch manchen, vielleicht berechtigt erscheinenden, kleinen Wunsch zurückstellen liess, um nicht dem Vorwurf des Besserwissenwollens und der Krittelei zu verfallen. So seien denn hier einige Hinweise gegeben:

Die Erwähnung der Abderhaldenschen Arbeiten erscheint, wenn dieselben auch bislang abschliessende Ergebnisse wohl noch nicht gebracht haben, doch etwas kurz (S. 9, 125). In gleicher Weise möchte über die neueren Tierkalorimeter, nicht nur über das Rubnersche, einiges zu sagen sein, obwohl die Schwierigkeiten eines knappen Eingehens auf dies schwierige Gebiet

nicht unterschätzt werden sollen (S. 78). Wichtiger mag der Wunsch nach Stellungnahme zu der Frage der Bedeutung des Rohproteins, bezw. der Amide in der Kartoffel gerade für die heutige Kriegszeit erscheinen. Trotz der Ansicht des neuen Herausgebers, dass unter gewissen Umständen Ammoniumazetat wie Asparagin in nicht unerheblichem Maſse auch für die Produktion Verwendung finden können (S. 555), ist sonst im wesentlichen KELLNERS Standpunkt bezüglich der Amide beibehalten worden (S. 124 u. f., sowie 167). Wenn sich nun von anderer Seite die Behauptung findet, dass für die Kartoffel beim Schwein eine von KELLNERS Ansichten abweichende Berücksichtigung des gesamten Rohproteins erforderlich sei, „da einwandfreie Versuche am Menschen gelehrt haben, dass das verdaute Rohprotein der Kartoffel wenigstens denselben Nährwert hat, wie das Eiweiss der Getreidearten und des Fleisches,“ [1]) und wenn diese Ansicht nur mit Arbeiten aus dem Jahre 1913 oder früher begründet wird, so sollte man wünschen, dass unser Buch auf derartige Fragen in irgend einer Weise eingehe, um Verwirrung zu vermeiden. Möglicherweise ist ja die Nichterwähnung beabsichtigt; zweckmässig erscheint sie indessen doch kaum. Vielleicht darf hier ausgeführt werden, weshalb mir die Ansicht von N. ZUNTZ über den hohen Wert des Rohproteins der Kartoffeln bei der Fütterung von Schweinen nicht ganz überzeugend ist: Abgesehen von den auch in der neuen Auflage des „KELLNER“ gebrachten Angaben über die Bewertung der stickstoffhaltigen Bestandteile der Kartoffel (S. 127 sowie 329) möchte ich Schweinemastergebnisse von F. LEHMANN heranziehen, die in einem Vortrage,[2]) soweit meine Aufzeichnungen gehen, dahin mitgeteilt wurden, dass zur Produktion von einem Doppelzentner Fleisch- und Fettzuwachs erforderlich waren:

Reine Kartoffeln	23 dz,
Kartoffeln mit Maisbeifutter	16 „
Kartoffeln mit Trockenhefebeifutter	14 „
Kartoffeln mit Mais- und Hefebeifutter . . .	$8^3/_4$ „.

Rechnet man das verdauliche Rohprotein der Kartoffel nach den Tabellen in unserem Lehrbuch zu 1.1 %, die verdaulichen stickstofffreien Nährstoffe mit 18.9 %, so erhält man für den Verzehr von 23 dz Kartoffeln allein ein Nährstoffverhältnis von 1 : 17.2, da in 23 dz Kartoffeln 25.3 kg verdauliches Rohprotein und 435 kg verdauliche Kohlenhydrate vorhanden sind. Bei einem Nährstoffverhältnis von 1 : 13.7 erreichte nun seinerzeit E. MEISSL (S. 452), mit Schweinen den besten Ansatz seiner Versuche.[3]) Da weiter die Verwertung der Kohlenhydrate durch Schweine bekanntlich eine vorzügliche ist (S. 54), so würde, wenn man an der von N. ZUNTZ angenommenen Vollwertigkeit des Kartoffelrohproteins für Schweine festhält, die ungeheure Menge für 1 dz Zunahme verbrauchter Kartoffeln gegenüber den Versuchen von E. MEISSL sehr auffällig erscheinen. Noch weniger würde es aber verständlich sein, dass die Zulage von etwas Maisbeifutter mit seinem nicht so sehr viel engeren Nährstoffverhältnis (nach unserem Buch 7.2 % verdauliches Rohprotein, 3.9 %

---

[1]) N. ZUNTZ, Flugschriften zur Volksernährung Bd. 10, S. 9.

[2]) 16. Februar 1916 in Hannover.

[3]) KELLNER erzielte ähnliche Ergebnisse sogar bei Schnittochsen mit einem Nährstoffverhältnis von 1 : 16! (S. 156.)

Fett = 3.9 × 2.44 = 9.5 % stickstofffreie verdauliche Extraktstoffe und 65.7 + 1.3 % stickstofffreie verdauliche Extraktstoffe, zusammen also 76.5 % stickstofffreie verdauliche Nährstoffe, also wie 1 : 10.6) plötzlich die Verwertung der Kartoffeln um nahezu ein Drittel verbessern sollte! Das erscheint mir nur denkbar, wenn es sich zuerst um eine an verwertbaren stickstoffhaltigen Stoffen ausserordentlich arme Nahrung handelte, nicht aber bei Zugrundelegung der Meinung von Zuntz.

Kleinere Wünsche schliessen sich den soeben erwähnten an: Eine etwas weiter gehende Beachtung der in der Pflanzenwelt so weit verbreiteten Glukoside könnte nützlich sein, nicht nur die Besprechung ihrer Umsetzung durch Fermente (S. 7 bezw. 10). Für die Gegend des Harzes, aber wohl auch andere bergmännisch betriebsame Lande, spielt die Verbreitung schädlicher Mineralstoffe aus Pochtrüben auf Wiesen und Äcker gelegentlich eine beachtenswerte Rolle (S. 20). Bezüglich des Giftes des Eibenbaumes liegen neuere Untersuchungen vor (S. 314). Über den Nachweis des Rizinus im Erdnussmehl wird man nach verschiedenen Mitteilungen im Verbande deutscher Landw. Versuchs-Stationen etwas zuversichtlicher urteilen können (S. 360). Das Kadavermehl verdiente gleichfalls, wenigstens bei einwandfreier Beschaffenheit infolge direkten Bezuges, eine bessere Beurteilung (S. 396). Schreiber dieser Zeilen hat als freiwilliger Kriegsvertreter auf einem grossen Gute monatelang nicht nur Schweine, sondern auch Pferde, und sogar einen grossen Kindermilchviehstall wesentlich mit Kadavermehl als Eiweisslieferant ernährt, dabei, dank der Beifütterung von Melassefutter als Geschmacksverbesserer, nur bei einigen Pferden Schwierigkeiten gehabt, und nicht den geringsten Schaden beobachten können. Im Gegenteil wurde die Kindermilch stets als vorzüglich befunden. Das getrocknete Rübenkraut kommt wohl gleichfalls bei der Beurteilung gegenüber neueren Erfahrungen etwas zu schlecht fort. Auch hierfür besitzt der Berichterstatter eigene Beobachtungen (S. 313/14). Dagegen ist nach Mitteilungen von Hansen[1]) das v. Fehrentheil'sche Verfahren der Herstellung von Lupinen- bezw. Kastanienflocken doch wohl kaum als so sehr günstig anzusehen. Endlich wäre es am Ende zweckmässig, der weit in der Praxis verbreiteten Ansicht zustimmend oder ablehnend zu gedenken, dass tragende Schweine reichlich gefüttert werden müssen, um nachher den Anstrengungen des Säugens auch ohne allzu kostspieliges Futter gewachsen zu sein (S. 493).

Als Notizen seien die folgenden Bemerkungen bezeichnet: „Detallierte" Angaben erscheinen uns heute nicht ganz zeitgemäss, noch weniger aber ein Hinweis auf ein Buch aus dem Jahre 1890 zwecks näherer Belehrung (S. 23, Anmerk.). Für das Diastasolin wäre die Bezugsquelle anzugeben, da dies Aushilfsmittel gerade heute besondere Bedeutung besitzen kann (S. 283, 482, 488). Bei der Erwähnung des Buchweizens und seiner Wirkung als Photosensibilisator, oder sagen wir besser als Erreger von Lichtempfindlichkeit, fehlt die Angabe der meines Wissens dänischen Arbeit über diese Erscheinungen (S. 312). Rohe Kartoffeln dürften vielfach ungeschnitten an Wiederkäuer gefüttert werden, vielleicht sogar überwiegend (S. 331). Walfleischmehl findet sich zwar in den Tabellen erwähnt, dagegen gar nicht im Text (S. 397). Die bis dreistündige Mittagsruhe wird sich bei Pferden in landwirtschaftlichen

[1]) Illustr. Landwirtsch. Zeitung Bd. 34, Nr. 42/43.

Betrieben nirgends finden, man geht wohl kaum je über zwei Stunden der Ruhe hinaus, ohne dabei Schäden zu beobachten (S. 458). Der Ausnahmestellung der Schweine bezüglich des Nährstoffverhältnisses dürfte auch im Anhang (S. 599) zu gedenken sein.

Von kleinen, auf Rechnung der Anordnung des Druckes zu setzenden Schönheitsfehlern möchte ich noch erwähnen: Nach Möglichkeit sollten störende Fehlstellen (S. 513, 515 usw.) vermieden werden. Druckfehler fand ich, ausser dem oben erwähnten „detalliert", noch S. 17, Anm. 1; S. 14, erste Reihe, Licithin; S. 189, Mitte, 166.4, während es früher 166.5 hiess. Ebenso dort unten 517.1 gegen früher 517.4 und 515.4 gegen 515.5. Vielleicht sind dies auch Verbesserungen.

Zum Schluss ein allgemeiner Hinweis: Wenn uns erst ein guter, gesicherter Friede bescheert sein wird, kann es höchstens ein Jahr dauern, bis die Frage an den praktischen Landwirt herantritt, ob er wieder Auslandsfutter in grösserem Umfange, wie vor dem Kriege beziehen soll, oder ob er besser mehr „kriegsmässig" weiter zu füttern hat. Die Entscheidung dieser Frage wird nicht nur für unsere Viehhaltung, sondern auch für den Rübenbau, die Valutaregelung, für neu abzuschliessende Handelsverträge, kurz, in weitestem Umfange ihre massgebende Bedeutung besitzen. Daher erscheint es mir als eine unabweisbare Pflicht der Verlagsbuchhandlung, deren Erfüllung sich übrigens durch vermehrten Absatz reich belohnen würde, auch ohne Rücksicht auf die Erschöpfung der vorliegenden Auflage — die jetzt im Kriege, und sogleich nach ihm vielleicht langsamer als sonst erfolgen wird — so schnell wie irgend angängig für das Erscheinen einer den Kriegserfahrungen gerecht werdenden Auflage des „KELLNER" zu sorgen, damit dieser berufenste Ratgeber unsere praktischen Landwirte nicht gerade dann im Stiche lässt, wenn sie ihn am dringendsten nötig haben.

PAUL EHRENBERG.

Grundzüge der Fütterungslehre. Von Dr. O. KELLNER. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage, herausgegeben von Dr. G. FINGERLING, Professor, Vorstand der Königl. Versuchs-Station Möckern. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1916. 225 Seiten. Preis 4 M. 50 Pf.

Nach dem Hauptwerk KELLNERS, „Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere", ist nun auch der kleine, für den vielbeschäftigten Praktiker bestimmte Auszug aus KELLNERS Forschungen und Erfahrungen in neuer, von G. FINGERLING herausgegebener Auflage erschienen.

Bereits in der an gleicher Stelle erschienenen Besprechung der neuen Auflage der „Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere" konnte ich sagen, dass kaum ein besser geeigneter Forscher zu finden gewesen wäre, die Lebensarbeit des zu früh Dahingeschiedenen auch auf diesem Gebiete fortzusetzen, wie sein Nachfolger im Amt und in der Tätigkeit der Forschungsstätte Möckern.

In der Neubearbeitung hat eine gewisse Vereinfachung des Textes stattgefunden, um das Buch für landwirtschaftliche Schulen geeignet zu

machen, ein gewiss sehr zu erstrebendes Ziel, das aber an den Lehrer wie die Lernenden keine geringen Anforderungen stellen wird. Dafür wäre der Vorteil, eine rechtzeitige Gewöhnung unseres landwirtschaftlichen Nachwuchses an neuzeitliche Fütterungslehre und Benutzung der Kellnerschen Zahlen, ein ganz ausserordentlicher. Hoffen wir, dass der Versuch bestens gelingt.

Hervorzuheben ist noch, dass sich der Herausgeber, abweichend von seinem Vorgehen bei der Neuherausgabe des Hauptwerkes, zu einigen wesentlichen Änderungen entschlossen hat. So sind die Fütterungsnormen für wachsende Rinder wie für wachsende Schweine geändert, und zwar in der geforderten Eiweissmenge herabgesetzt worden. Dabei kommen auch geringe Vermehrungen oder Verminderungen in den Stärkewertzahlen hinzu, wenigstens für wachsende Schweine.

Die gerade für die heutige Fütterung äusserst wichtige Änderung der Zahlen für verdauliches Eiweiss bei den Kartoffeln leitet uns wohl zu späteren Versuchen über, die Erfahrungen der letzten Jahre für die Weiterbildung der Kellnerschen Forschungen heranzuziehen. Es wird zu begrüssen sein, wenn wir derartige Bestrebungen in einer hoffentlich recht bald folgenden Neuauflage beider Werke Kellners in erheblich weiterem Umfange finden. Denn der Landwirt von heute verlangt, und muss verlangen, über die weitgehenden Erfahrungen der Kriegsfütterung in einem neuen Buch über Fütterungslehre reichliche Auskunft zu finden. Man mag getrost auch in dem einen oder anderen Fall darauf hinweisen, dass abschliessende Klarheit noch nicht erlangt sei. — Auffällig erscheint es, dass der Herausgeber als Grund für seine Veränderung der Eiweissgehalte bei Kartoffeln sagt: „Es bedarf keines Beweises, dass die Eiweisszahlen, die Kellner angegeben hat, zu niedrig liegen", aber doch in der von ihm besorgten siebenten Auflage der „Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere" die alten Zahlen bestehen liess.

Dies, sowie überhaupt die zögernde und langsame Eingliederung der Erkenntnisse der letzten Jahre in die Kellnerschen Forschungen erklärt sich, abgesehen von den grossen Schwierigkeiten, das noch vielfach unsichere und wenig gesichtete Material zu verwerten, wohl besonders durch einen in Kriegszeiten, wie der Schreiber dieser Zeilen selbst weiss, nur allzu erklärlichen Zeitmangel. Daher sei der lebhafte Wunsch ausgesprochen, dass es dem Nachfolger Kellners beschieden sein möge, recht bald genug Musse zu finden, um die dringend erforderliche Anpassung der beiden Werke an die Bedingungen der jetzt, und gewiss auch noch Jahre nach dem Kriege massgebenden Fütterungsverhältnisse durchzuführen. Es liegt hier ein wirklich äusserst lebhaftes Bedürfnis vor, und es wäre schade, die wertvollsten Bücher über Fütterungslehre vielleicht durch ein den Zeitverhältnissen besser angepasstes aber im übrigen gewiss kaum gleichwertiges Buch verdrängt zu sehen, was sonst nur allzuleicht der Fall sein könnte.

Paul Ehrenberg.

Die Bedingungen für das Gedeihen der Seidenzucht und deren volkswirtschaftliche Bedeutung. Von Hofrat

Johann Bolle, Direktor der k. k. landw.-chem. Versuchs-Station in Görz (Österreich). Mit 33 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1916. 51 Seiten. Preis 1 M. 60 Pf. (12 Stück für 16 M., 25 Stück für 30 M.)

Dies kleine Buch, aus der leider jetzt wohl grossenteils zerstörten Stadt Görz, bietet nicht nur dem Züchter der Seidenraupen, für den es in erster Linie bestimmt ist, Nutzen, sondern ist für Alle, welche an der Hervorbringung der Seide Interesse haben, von Wert, und es bildet von Anfang bis zu Ende eine recht anregende Lektüre.

Auch in Deutschland ist mehrfach versucht, die Seidenzucht einzuführen, so vor vielen Jahren von Friedrich dem Grossen und z. B. auch in Göttingen vor 50 bis 60 Jahren, aber es ist wenig dauernder Erfolg dabei gewesen.

Der geringe Erfolg in unseren Gegenden hängt z. gr. Teil mit unserm Klima zusammen, welches dem Maulbeerbaum, von dessen Blättern die Seidenraupe lebt, nicht warm genug ist. In südlicheren Ländern, den tropischen und subtropischen Gegenden und auch in Italien sowie den an Italien grenzenden Teilen Österreichs gedeiht der Maulbeerbaum gut, so dass er eine geeignete Menge Blätter liefert.

Für die Aufzucht der Raupen aus 30 g der Raupeneier (des sogen. Samens) braucht man, nach S. 13, das Laub von 25—30 Maulbeerbäumen in günstigster Entwicklung.

Das Aufziehen der Raupen bis zu den Kokons ist jetzt meist eine Hausindustrie des Kleinbauern, welche, wenn sie gut geleitet wird, und wenn keine Krankheit der Raupen eintritt, erheblichen Ertrag liefert (s. S. 25).

In dem Buche finden sich genaue Beschreibungen der Raupen, ihrer Entwicklung, der Ernährung durch fortwährende Erneuerung der Maulbeerblätter bis zum Einspinnen der Raupen zu Kokons (Puppen). Ferner sind Ratschläge zur Vermeidung der Krankheiten und Beschreibungen der Methoden, welche bei der Begattung der Schmetterlinge in den Anstalten für Seidenzucht, so in der Versuchs-Station in Görz, zur Erzielung gesunder Nachzucht befolgt werden.

Alles wird durch die vortrefflichen photographischen Abbildungen auf das beste versinnlicht, und man bekommt einen klaren Begriff von der mühsamen aber lohnenden Arbeit, welche die Hervorbringung der Seide zum Ziele hat.

Tollens.

Die Abhängigkeit der Pflanzenatmung von der Oberflächengrösse.

Von

J. F. HOFFMANN-Berlin.

(Mit 3 Textabbildungen.)

Vorbemerkungen.

Im Jahre 1911 erschien im Verlage des Instituts für Gärungsgewerbe, Berlin N, eine Zusammenstellung des Verfassers „Über die Atmung von Feldfrüchten. Vier Atmungsarbeiten des Instituts für Gärungsgewerbe“.[1]) Die betreffenden Untersuchungen hatte Verfasser im Verein mit seinen Assistenten im Laufe mehrerer Jahre durchgeführt. Beim Eintritt der letzten Ernte bestand die Absicht, das in der Zusammenstellung aufgespeicherte Material für die Praxis und für die Volkswirtschaft nutzbar zu machen, indem an der Hand derselben die durch Atmung und Verderb zu erwartenden Verluste, zunächst für Gerste und Kartoffeln, dann aber auch für die übrigen Ernteerzeugnisse schätzungsweise berechnet und veröffentlicht werden sollten. Der dort nur im geringen Umfange behandelte Einfluss der Oberflächengrösse führte bei der Verarbeitung des Zahlenmateriales zu einigen Erweiterungen, welche in einem mehr für den Praktiker bestimmten Aufsatz nicht recht am Platze zu sein schienen, sondern eher auf wissenschaftliches Interesse rechnen durften. Infolgedessen wird der Gegenstand hier allein besprochen und später auf diesen Aufsatz Bezug genommen.

[1]) Siehe das Referat im Zentralblatt für Agrikulturchemie 1911, S. 163

I. Die Einflussbedingungen.

1. Allgemeine Betrachtungen.

Man unterscheidet bekanntlich die Sauerstoffatmung und die intramolekulare Atmung, welche wir auch als vollkommene und unvollkommene Atmung bezeichnen können. Als Mafs der normalen Atmung wird die aus der Gewichtseinheit des betrachteten Körpers in der Zeiteinheit entwickelte Kohlensäuremenge gewählt. Die Erzeugung von 1 g Kohlensäure würde die vollständige Verbrennung von 0.68 g Zucker oder 0.61 g Zellstoff bezw. Stärke, im Mittel 0.65 g, erfordern. Bei hohem Wassergehalt und erhöhter Temperatur (Selbsterhitzung durch intramolekulare Atmung), noch mehr aber bei reichlicher Mikrobenmitwirkung werden ausser Kohlensäure und Wasser noch andere flüchtige Stoffe (Alkohole, flüchtige Stickstoffverbindungen usw.) gebildet, und unter diesen Bedingungen, die für die Praxis wegen der damit verbundenen Verluste von besonderer Wichtigkeit sind, wird die Stoffzerstörung mehr als 65 % der Kohlensäureentwicklung betragen. Für unsere Zwecke ist es, unter Vorbehalt, am einfachsten, Gewichtsgleichheit zwischen Kohlensäureentwicklung und Trockenstoffzerstörung zu setzen. Die Verbrennung der Stoffe zu Kohlensäure und Wasser, welche die Grundlage für die normale Atmung bildet, findet nach mehreren Stufen ihren chemischen Abschluss an der Körperoberfläche, weil hier der Sauerstoff reichlich Zutritt hat. Infolgedessen ist man berechtigt, anzunehmen, dass die Atmung proportional der Oberflächengrösse ist. Diese wiederum steht im Zusammenhange mit der Körperform und Grösse. Es ist klar, dass auch die Beschaffenheit und der Zustand der Oberfläche für die Atmung von Bedeutung sein wird; diese Seite der Angelegenheit soll hier jedoch nicht berücksichtigt werden. Ebenso müssen wir vorläufig die Unterschiede ausser Acht lassen, welche durch die Keimlinge und Augen an den Getreide- und Kartoffeloberflächen veranlasst werden.

2. Die Körperform.

Von allen Körpern gleicher Grösse hat die Kugel die kleinste Oberfläche. Grösser ist die Oberfläche der Reihe nach geordnet bei Würfeln, Säulen, Balken, Kegeln und Pyramiden gleichen Inhalts. Noch grösser sind die Flächen von unregelmässigen Körpern wie Weizen, Gerste und Rübensamen, welche

Falten, Vertiefungen und Spitzen bilden. In demselben Maſse wie bei gleicher Grösse des Körpers die Flächeninhalte zunehmen, wächst auch der Voraussetzung gemäss die Atmung.

Das Verhältnis des gesamten Oberflächeninhaltes zum Rauminhalt eines Körpers können wir als reduzierte Oberfläche oder als Einheitsfläche bezeichnen.

Man beachte, dass diese Einheitsfläche von der Flächeneinheit verschieden ist; als letztere wählen wir in den nächsten Auseinandersetzungen ein Quadratmillimeter, während die Einheitsfläche die auf die Inhaltseinheit, ein Kubikmillimeter, bezogene Oberfläche ist.

3. Körpergrösse und Körpergewicht.

Bei gleicher Form haben die Körper mit wachsender Grösse eine kleinere Einheitsfläche. Setzen wir 8 Würfel zu einem grösseren mit doppelter Kantenlänge zusammen, wie Fig. 1 zeigt, dann ist die freie Oberfläche eines jeden kleinen Würfels nur halb so gross, als wenn er frei schwebt. Im Verhältnis zum Inhalt ist die gesamte Oberfläche eines kleinen frei schwebenden Würfels doppelt so gross wie die Oberfläche eines Würfels mit doppelter Kantenlänge, d. h. die Einheitsfläche wächst mit abnehmender Kantenlänge.

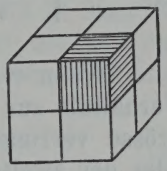


Fig. 1.

Da die Früchte und Samen vielfach Kugeln und kugelähnliche Gebilde sind, soll die obige Betrachtung rechnerisch auch an Kugeln durchgeführt werden, und zwar ist es für praktische Zwecke erforderlich, statt des Inhaltes das Körpergewicht zu wählen. Das letztere ändert sich genau in demselben Maſse wie der Inhalt. Wird dieser mit J bezeichnet, ist ferner P das Gewicht des Körpers und s das spezifische Gewicht, dann haben wir $Js = P$. Bezeichnen wir weiter den Halbmesser der Kugel mit r, so wird die nunmehr auf die Gewichtseinheit bezogene Einheitsfläche nach den zur Kugelberechnung benutzten Formeln

$$\frac{\text{Oberfläche}}{\text{Gewicht}} = \frac{O}{Js} = \frac{4\,r^2\pi}{{}^4/_3\,r^3\pi s} = \frac{3}{rs} = \frac{O}{P}. \qquad (1)$$

Um den Einblick in die Verhältnisse zu erleichtern, geben wir die folgende kleine Zusammenstellung. Der Einfachheit wegen ist bei der Ausrechnung π und s fortgelassen, weil diese Grössen die Verhältniszahlen nicht beeinflussen.

Die Einheitsfläche $\frac{O}{P}$ für Kugeln mit verschiedenem Halbmesser.

Halbmesser r	Gewicht $\frac{4}{3} r^3 = P$	Oberfläche $4 r^2 = O$	Einheitsfläche $\frac{O}{P} = \frac{3}{r}$
0.01 mm	$\frac{0.000004}{3} = 0.0000013$ mg	0.0004 qmm	300 $\frac{\text{qmm}}{\text{mg}}$
0.1 „	$\frac{0.004}{3} = 0.0013$ „	0.04 „	30 „
1 „	$\frac{4}{3} = 1.33$ „	4 „	3 „
2 „	$\frac{32}{3} = 10.67$ „	16 „	1.5 „
3 „	$\frac{108}{3} = 36$ „	36 „	1.0 „
4 „	$\frac{256}{3} = 85.3$ „	64 „	0.75 „
5 „	$\frac{500}{3} = 166.7$ „	100 „	0.60 „
10 „	$\frac{4000}{3} = 1333$ „	400 „	0.30 „
100 „	$\frac{4000000}{3} = 1333333$ „	40000 „	0.03 „

usw.

Wenn r kleiner wird, sinkt das Gewicht der Körper im Verhältnis zur dritten Potenz des Halbmessers, die Oberflächengrösse verringert sich aber nur im Verhältnis des Quadrates oder der zweiten Potenz des Halbmessers. Folglich nehmen die Gewichte schneller ab als die Oberflächen, weshalb der Ausdruck $\frac{O}{P}$ beim Kleinerwerden der Körper immer grösser wird.

Der Wert 300 qmm/mg für eine Kugel von einhundertstel Millimeter Halbmesser bedeutet, dass auf 1 mg Körpergewicht 300 qmm Oberfläche kommen. Bei einer Kugel von 100 mm Durchmesser dagegen kommen auf 1 mg Körpergewicht nur 0.03 qmm, d. h. die Einheitsfläche des kleinen Körpers ist im angezogenen Vergleich $\frac{300}{0.03}$ oder zehntausendmal so gross als diejenige des grossen Körpers.

4. Viele Körper.

Das gleiche, durch (1) ausgedrückte Ergebnis erhält man, wenn eine beliebige Anzahl von n-Kugeln ins Auge gefasst wird, welche zusammen gerade 1 kg wiegen sollen. Da ein Kilogramm gleich 1000×1000 mg ist, so haben wir für n-Kugeln die Gleichung

$$1000^2 \text{ mg} = n \frac{4}{3} r^2 \pi s \text{ mg}.$$

Wird die gesamte Oberfläche der n-Kugeln durch dieses Gewicht geteilt, dann erhält man als Einheitsfläche

$$\frac{O}{P} = \frac{n\,4\,r^2\pi}{1000^2} = \frac{n\,4\,r^2\pi}{n\,\frac{4}{3}\,r^2\pi\,s} = \frac{3}{r\,s}\,\frac{qmm}{mg},$$

was zu beweisen war. Ob man also einzelne Körper betrachtet, oder eine grosse Anzahl derselben ins Auge fasst, stets erhalten wir den gleichen Wert für die Einheitsfläche. Auch dann bleibt er gleich, wenn z. B. an Stelle von Quadratmillimetern und Milligramm die Einheiten Quadratzentimeter und Gramm oder für das Gesamtgewicht 100 g oder 100 kg gewählt wird. Infolgedessen können wir die nähere Kennzeichnung der Dimensionen fortlassen und brauchen nur mit der Zahl $\frac{O}{P} = \frac{3}{r\,s}$ zu rechnen.

5. Die Atmungsfähigkeit.

Nehmen wir an, dass die Flächeneinheit (nicht die Einheitsfläche) imstande ist, unter bestimmten Bedingungen der Temperatur, des Wassergehaltes usw. in der Zeiteinheit von 24 Stunden A Milligramm Kohlensäure zu erzeugen, dann ist die auf die Gewichtseinheit, z. B. auf 1 kg, bezogene Kohlensäureentwicklung oder Atmungsgrösse gleich

$$\frac{O\,A}{J\,s} = \frac{3\,A}{r\,s} = g, \tag{2}$$

worin g die von der Gewichtseinheit oder von der Einheitsfläche entwickelte Kohlensäuremenge in Milligramm bedeutet. Aus Gleichung (2) erhalten wir

$$A = \frac{g\,r\,s}{3}. \tag{3}$$

Die Zahl A, welche man als Atmungsfähigkeit (Atmungsenergie) bezeichnen kann, ist ein Wert, welcher für jeden Körper verschieden sein wird und zwar infolge der Verschiedenartigkeit der äusseren Beschaffenheit und des physiologischen Zustandes. Je mehr die zu vergleichenden Körper in den inneren und äusseren Bedingungen miteinander übereinstimmen, desto mehr werden die zugehörigen Werte von A sich einander nähern. Sind die Körper voneinander verschieden und besitzen sie die Atmungsfähigkeiten A_1 A_2, dann würden die entsprechenden beiden Gleichungen (3) das Verhältnis liefern

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{g_1\,r_1\,s_1}{g_2\,r_2\,s_2}, \tag{4}$$

worin r durch die Durchmesser d ersetzt werden kann.

6. Theoretische Vergleiche.

Wir vergleichen zwei Kartoffeln verschiedener Knollengrösse miteinander, bei welchen alle übrigen Bedingungen, wie Herkunft, Sorte, Wassergehalt, Temperatur, physiologischer Zustand usw. einander gleich sein sollen. In diesem Falle wird A und s für die beiden Proben den gleichen Wert haben. Sind die Durchmesser der Kartoffeln $d_1 = 40$ mm und $d_2 = 80$ mm, dann wird gemäss der Gleichung (4)

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{80}{40} = 2,$$

d. h. 1 kg der kleinen Kartoffeln erzeugt doppelt soviel Kohlensäure wie 1 kg der grossen Kartoffeln.

Der Vergleich von Körpern, welche nicht miteinander verwandt sind, liefert im allgemeinen unvereinbare Werte. Der Wechsel des spezifischen Gewichtes zwischen den Grenzen von nahezu 1 bis 1.5 ist dabei von geringerer Bedeutung als der Wechsel des Wassergehaltes. Hier liegen die Grenzen im allgemeinen zwischen 10 % z. B. für trockene Körnerfrüchte, und 90 % für Kürbisse usw.

Noch weniger vergleichbar sind die eben genannten Körper mit Hefen, Schimmelpilzen und Bakterien, deren Wassergehalt in der Regel sehr hoch, aber auch sehr wechselnd ist. Da die Beschaffenheit der Oberfläche von grosser Bedeutung sein wird, worüber wir nichts wissen, und auch das Verhältnis zwischen normaler und intramolekularer Atmung stark wechselt, so schweben alle Vergleiche in der Luft. Trotzdem müssen wir die vorstehende Betrachtung auch auf Mikroben anwenden, um eine Vorstellung von der ungeheuren Oberflächengrösse eines Kilogramms dieser Körper und dem entsprechenden Grade ihres Einflusses auf die Atmung zu erhalten. Man hat schon lange mit Erstaunen wahrgenommen, welche ungewöhnlichen Zerstörungen die Bakterien in kurzer Zeit verrichten können, und wie rasch sie sich vermehren. Betrachtet man die Atmung auch der Anaëroben als eine Funktion der Oberfläche und berücksichtigt man, dass 1 kg Mikroben eine ungeheuer grosse Oberfläche besitzt, so ist vieles erklärt. Denn die sauerstofffreie Atmung, bei welcher die Nährstoffe aus der umgebenden Flüssigkeit aufgenommen werden, muss ebenfalls unter sonst gleichen Bedingungen mit der Oberflächengrösse zunehmen. Die Bezeich-

nung „intramolekulare Atmung“ wäre dann allerdings besser durch den Ausdruck „unvollkommene Oberflächenatmung“ zu ersetzen.

Man begreift jetzt, dass Hefe in Zuckerlösung bei 25° C. in einer Stunde mehr Kohlensäure erzeugt, ja sogar mehr Rohzucker zersetzt, als das Gewicht der ganzen Trockensubstanz ihres Körpers beträgt. Dabei gehört die Hefenzelle zu den grössten der Mikroben, während verschiedene kleine Bakterien eine noch erheblich grössere Zerstörungsfähigkeit besitzen.

Natürlich gibt es auch sehr kleine Mikroben, welche sich sehr langsam entwickeln und wenig Schaden anrichten. Aber abgesehen davon, dass die Eigenschaften der verschiedenen Mikrobenarten auch bei gleicher Grösse sehr verschieden sind, ist stets im Auge zu behalten, dass ein Atmungsvergleich zwischen zwei Körpern verschiedener Grösse nur dann einen Sinn hat, wenn die äusseren Bedingungen und der physiologische Zustand in beiden Fällen einigermassen gleich sind, oder auch als gleich angenommen werden können.

Vergleicht man eine Schimmelpilz- oder Hefezelle mit einer Kartoffel, so kann für erstere $^1/_{100}$ mm, für letztere 50 mm Durchmesser gesetzt werden. Wir erhalten dann

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{50}{^1/_{100}} = 5000,$$

d. h. 100 Ztr. Kartoffeln würden ebenso stark atmen wie 1 kg Schimmelpilze oder Hefe mit dem gleichen Wassergehalt, wenn die Atmungsfähigkeit der Oberfläche infolge übereinstimmender Bedingungen für beide Körper gleich wäre.

II. Die Anwendung auf praktische Verhältnisse.

1. Grosse und kleine Kartoffeln.

Die Untersuchung von Kartoffeln derselben Sorte und desselben Versuchsfeldes ergab in bezug auf chemische Zusammensetzung und Atmung folgende Zahlen:

	Grosse Knollen (d_1)	Mittlere Knollen	Kleine Knollen (d_2)
Wassergehalt	74.5 %	75.1 %	74.8 %
Stickstoff in der Trockensubstanz	1.19 „	1.20 „	1.24 „
Kohlensäureentwicklung aus 1 kg in 24 Stunden . .	259 mg	314 mg	326 mg

Die kleinen Knollen atmeten also 26 % stärker als die grossen.

Nach den vorhergehenden Ausführungen sollten die Gewichte der entwickelten Kohlensäuremenge umgekehrt proportional den Durchmessern sein. Hiernach wäre

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{259}{326} = \frac{1}{1.26} = \frac{d_2}{d_1}.$$

Das Grössen- oder Gewichtsverhältnis der untersuchten Knollen wäre hiernach ziemlich genau $1.26^3 : 1 = 2 : 1$. Leider sind hierüber keine Messungen angestellt worden, weil es sich nur um einen Orientierungsversuch handelte, dem allerdings 16 bezw. 17 Einzelbestimmungen zugrunde liegen. Wir wissen nur, dass für den vorliegenden Versuch eine Probe mit durchweg ziemlich kleinen Knollen verwendet wurde.

Die kleine Stickstoffvermehrung mit verringerter Knollengrösse steht gleichfalls im Zusammenhange mit der Oberflächenausdehnung, weshalb sie auch bei Körnerfrüchten beobachtet wird (siehe weiter unten). Alle Erfahrungen weisen darauf hin, dass die Atmung mit der Stickstoffmenge zunimmt. Der Unterschied zwischen 1.19 % Stickstoff und 1.24 % Stickstoff liegt jedoch schon innerhalb der gewöhnlichen Fehlergrenzen und ist so klein, dass er auf das Verhältnis 2 : 1 keinen bemerkbaren Einfluss hat.

2. Mikroben auf dem Getreide.

Bei einer Versuchsreihe mit Gerste wurde eine auffallend hohe Atmungsgrösse gefunden, obgleich der Wassergehalt der Gerste etwa zwischen 15 und 16 % lag. Gegenüber normalen Verhältnissen schien die Kohlensäureentwicklung mitunter verzehnfacht zu sein. Beim Abschluss des Versuches ergab sich, dass die Gerste etwas muffig roch, und die mikroskopische Untersuchung liess in der Furche und am Keimling ein wenig Schimmel erkennen. Nach den Zählversuchen des Verf. an vielen Getreideproben kann die Bakterienzahl etwa auf das hundertfache der Schimmelpilzzahl geschätzt werden. Uns schien die Infektion vielleicht $^1/_{10000}$ bis $^1/_{1000}$ des Korngewichtes zu betragen, wofür als Mittel $^1/_{4000}$ gesetzt werden soll. Wir nehmen nun den durchschnittlichen Durchmesser der als Kugeln gedachten Bakterien, z. B. Fäulnisbakterien, zu $d_1 = {}^1/_{500}$ mm, den Korndurchmesser, d_2, dagegen = 4 mm an, dann hätten wir das Atmungsverhältnis

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{4}{{}^1/_{500}} = \frac{2000}{1}.$$

1 kg Bakterien würde also ebenso stark atmen unter den gleichen Bedingungen (gleicher Wassergehalt usw.) wie vierzig Zentner Getreide. Die Atmung würde insgesamt doppelt so viel Kohlensäure liefern, wie diejenige des keimfreien Getreides.

Das Verhältnis 1 : 2000 liegt innerhalb der geschätzten Infektionsgrenzen und weicht von dem angenommenen Mittelwert nur um den Faktor 2 ab. Es ist aber daran zu erinnern, dass die vorhandene halb so grosse Mikrobenmenge die Atmung gegenüber keimfreiem Getreide verzehnfachte, so dass die Mikroben zwanzigmal so stark geatmet haben als unsere Schätzung ergibt. Diese Verschiedenheit ist so zu erklären, dass der Schimmel trotz des trockenen Nährbodens sich mit Wasser anreicherte (bis zu welchem Grade wissen wir nicht), während das Getreide 15—16 % behielt. Unter diesen Umständen kann die Kohlensäureentwicklung der Getreideproben durch die Mitwirkung der Mikroben nicht nur um das 20fache, sondern je nach dem Wassergehalt der letzteren um ein mehrfaches von 20 gesteigert werden.

Über diese Dinge geben wir näheren Aufschluss in der oben erwähnten, demnächst erscheinenden Abhandlung über die Verluste der deutschen Ernte.

3. Grosse und kleine Getreidekörner.

Bei den nachfolgend beschriebenen Versuchen handelte es sich um steril geweichte und steril keimende Gersten. Zwei Proben mit ursprünglich gleichem Wassergehalt und verschiedenem Tausendkorngewicht lieferten verschiedene Atmungszahlen, welche in Fig. 2 gekennzeichnet sind. Die Zahlen der senkrechten Achse bedeuten die aus 100 g lufttrockener Gerste entwickelte Kohlensäuremenge in Milligrammen, während die untenstehenden Zahlen den Tag der Kohlensäurebestimmung angeben und zwar vom Tage der ersten Weiche ab gerechnet. Die Unterschiede sind anfangs verschwindend; erst wenn am dritten Tage der Durchbruch des Keimlings erfolgt, werden sie grösser. Da 100 g kleine Körner mehr Keimlinge entwickeln, als 100 g grosse Körner, so ist im ersteren Falle die Oberflächenentwicklung bedeutender, und daher rührt die stärkere Atmung. Das Tausendkorn-Gewicht der grossen Gerste betrug 42.7 g, dasjenige der kleinen Gerste 31.3 g; setzen wir das Tausendkorngewicht proportional der Korngrösse, dann würden die Linien gleicher Lage im

Getreidekörper sich verhalten wie die dritten Wurzeln dieser Zahlen, also

$$\sqrt[3]{\frac{42.7}{31.3}} = \sqrt[3]{1.37} = 1.11.$$

Misst man die Zahlenwerte in der Figur 2 mittels eines Zirkels und eines Millimeterstabes, dann ergeben sich z. B. die Verhältniszahlen

35.0/31.6 = 1.11 43.0/39.0 = 1.11 52.4/44.2 = 1.19.

Diese Zahlen stehen in Übereinstimmung mit der Voraussetzung, dass die Atmung proportional der Oberfläche verläuft; es ist aber zu wiederholen, dass diese Übereinstimmung erst ein-

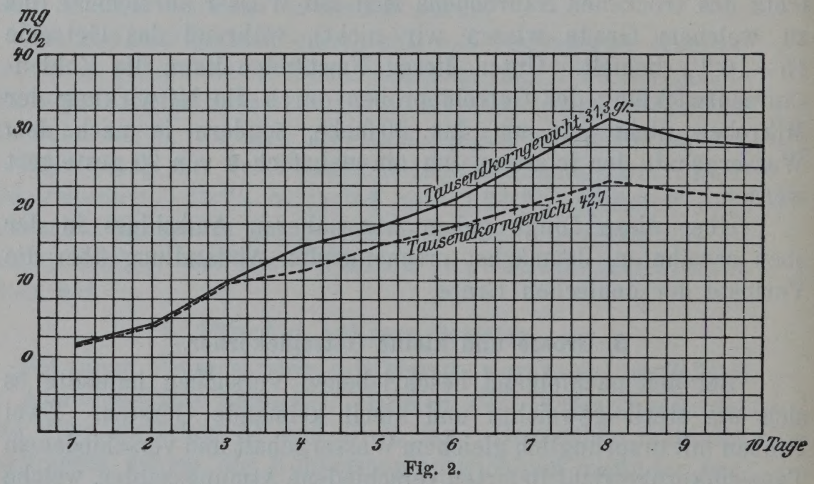


Fig. 2.

tritt, wenn die Gerste sich im Keimungszustande befindet. An den ersten Tagen haben wir Unterschiede nicht gefunden. Vermutlich liegen hier Verzögerungserscheinungen vor, indem einzelne Teile des Kornes (z. B. die wichtige Aleuronschicht) nur langsam quellen.

Man bemerkt deutlich ein Anwachsen des Quotienten der beiden Atmungszahlen für spätere Tage. Da es sich um steril geweichte Gerste handelte, deren Atmung unter völliger Wahrung der Sterilität 10 Tage lang durchgeführt wurde, so kommt keine Infektionswirkung in Frage. Die wahrscheinlichste Erklärung ist, dass die kleinen Körner ihre Oberfläche durch Keimung rascher vergrössern als die grossen Körner, weil im ersteren Falle die Anzahl der Wurzelkeime grösser ist.

4. Hoher und niedriger Eiweissgehalt.

Eine der beiden vorher verwendeten Gersten wurde durch eine andere ersetzt, welche so gewählt war, dass jetzt gleiches Tausendkorngewicht, aber verschiedener Eiweissgehalt vorlag. Die nun verwendeten Gersten hatten das nahezu gleiche Tausendkorngewicht von 31.3 und 32.1 g und einen Eiweissgehalt von 9.57 und 13.34 %. Bildet man das Atmungsverhältnis für jeden Tag, indem man wie oben die Millimeterabstände der Kurven von der Grundachse misst und durcheinander teilt, dann erhält man ungefähr die gleichen Werte wie im vorigen Beispiel, was schon der Vergleich der Fig. 2 und 3 vermuten lässt.

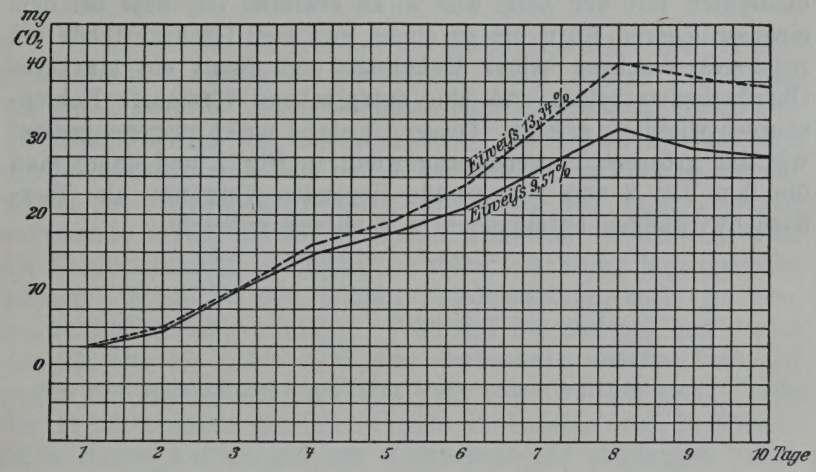


Fig. 3.

Die Gerste mit 13.34 % Stickstoff hat mehr Kohlensäure geliefert, als die Gerste mit 9.57 % Stickstoff. Der höhere Stickstoffgehalt ist hier die Ursache der stärkeren Atmung gewesen. Bei den Untersuchungen bezügl. der Fig. 2 war dagegen bei gleichem Stickstoffgehalt der beiden Gersten die höhere Atmungszahl durch die relativ grosse Oberfläche der Gerste mit dem geringeren Tausendkorngewicht verursacht.

Bildet man das Verhältnis der Stickstoff- und Korngewichtszahlen und zieht die dritte Wurzel, dann erhält man:

$$\sqrt[3]{\frac{13.34}{9.57}} = \sqrt[3]{1.40} = 1.12; \qquad \sqrt[3]{\frac{42.7}{31.3}} = \sqrt[3]{1.37} = 1.11.$$

Hieraus kann man schliessen, dass der Eiweissgehalt die Atmung in demselben Grade beeinflusst, wie die Oberfläche. Diese Schlussfolgerung hat eine gewisse Berechtigung, wenn man berücksichtigt, dass die Eiweissstoffe zum grössten Teile dicht unter der Oberfläche und abgesehen vom Keimling ziemlich regelmässig angeordnet sind; die Eiweissmenge hängt also auch von der Oberflächengrösse ab. Die Voraussetzung des Oberflächeneinflusses erfährt durch das vorliegende Ergebnis eine Stütze.

Bei gleichem Tausendkorngewicht finden wir noch deutlicher als im vorigen Beispiel eine Zunahme des Atmungsquotienten mit der Zeit, was so zu erklären ist, dass bei dem eiweissreicheren Korn bis zu einem gewissen Grenzzustande ein rascheres Wachsen seiner Keimlinge und damit ein stärkeres Oberflächenwachstum und eine entsprechend vermehrte Kohlensäureentwicklung erfolgt. Dieser Umstand wirkt entgegengesetzt wie das grössere Tausendkorngewicht in Fig. 2 und damit sind die den Fig. 2 und 3 zugrunde liegenden Vorgänge als Oberflächenwirkungen miteinander in Einklang gebracht.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kaninchenzucht.

Von

Dr. ULRICH BERNER.

Während des Krieges hat die Kaninchenzucht einen ausserordentlichen Aufschwung genommen; weite Kreise, die vorher nie daran gedacht haben, bekunden jetzt eine lebhafte Teilnahme für diesen Zweig der Kleintierzucht. Nach dem Kriege wird dieses Interesse zum Teil wieder einschlafen, und viele, die nur wegen der augenblicklichen Fleischnot sich der Kaninchenzucht zugewandt haben, werden sie später aufgeben. Gleichwohl wird die Kaninchenzucht in Zukunft erhöhte Beachtung beanspruchen können. Schon in den letzten Friedensjahren hatte sie eine starke Ausbreitung erfahren. Während des Krieges nun dürfte das bei uns bis dahin noch weit verbreitete törichte Vorurteil gegen das Kaninchenfleisch fast ganz geschwunden sein. Viele der heimkehrenden Krieger werden in Belgien und in Frankreich starke Anregungen zur Kaninchenzucht empfangen haben und ihr auch daheim durch praktische Betätigung zu weiterer Verbreitung verhelfen. Ähnlich war es nach dem Kriege von 1870/71. Wenn aber damals der anfängliche Eifer bald nachliess und die Kaninchenzucht keine grosse Ausdehnung gewann, so lag das zunächst an einer Reihe von äusseren Umständen, wie z. B. an geringen Erfahrungen in der Zucht, an schlechtem Zuchtmaterial und an dem beschränkten Absatz des Kaninchenfleisches infolge des schon erwähnten Vorurteils, vor allem aber daran, dass die wirtschaftlichen Verhältnisse Deutschlands damals noch nicht den günstigen Boden für eine ausgedehnte Kaninchenzucht boten wie heute. Diese erlangte um so grössere Bedeutung, je intensiver sich die Volkswirtschaft Deutschlands gestaltete. Zeitweilig glaubte man nun in der Kaninchenzucht ein wichtiges Mittel, ja das Allheilmittel gegen die Fleischnot gefunden zu

haben, und noch immer macht man sich vielfach Versprechungen von ihr, die sie unmöglich erfüllen kann. Solche Übertreibungen können aber gerade der durchaus wünschenswerten Entwicklung der Kaninchenzucht grossen Eintrag tun. Es soll daher im folgenden untersucht werden, bis zu welchem Umfange und in welcher Art die Zucht dieses Nagers im Rahmen der deutschen Volkswirtschaft möglich und nutzbringend ist.

Die Kleintierzucht spielt eine grosse Rolle in ganz extensiven und wieder in ganz intensiven Wirtschaftsverhältnissen. Dort erfolgt die Haltung meist in grösseren Herden, hier handelt es sich um Einzelhaltung im Stalle. Den Unterschied veranschaulicht gut die Ziegenhaltung etwa in Griechenland und in Kleinasien einerseits und die deutsche andererseits. So steht auch bei der Kaninchenzucht die intensive Stallzucht der extensiven Gehegezucht gegenüber. Allerdings setzt gerade bei der Kaninchenzucht der extensive Betrieb sonst intensive Verhältnisse voraus (Grossstädte als Abnehmer der Erzeugnisse). In Frankreich und in England findet man verschiedentlich Kaninchengehege. In Ödländereien ist ein grösseres Gebiet bis zu mehreren Hektar mit einem starken Drahtzaun, besser noch von einem steilwandigen Graben umgeben. Die Kaninchen sind sich ziemlich selbst überlassen. Man wirft nur Futter ins Gehege und fängt von Zeit zu Zeit die überschüssigen Tiere ein. Es handelt sich hier also um einen ganz extensiven Betrieb, im Grunde nur um eine etwas geregelte Jagd. Einzelne Versuche der Art in Deutschland sind im allgemeinen fehlgeschlagen. Es braucht gar nicht untersucht zu werden, ob die Fehlschläge nicht durch äussere Missgriffe, etwa in der Wahl des Zuchtmaterials, verursacht worden sind und ob unter Berücksichtigung aller zu beachtenden Umstände auch in Deutschland die Gehegezucht nicht doch am Ende rentabel sein könnte. Für die deutschen Ödlandflächen ist von vornherein nicht die Ausnutzung durch Kaninchengehege, sondern die Umwandlung in Ackerland mittels Dampfpfluges und Kunstdüngers am Platze. Wenden wir uns daher gleich der Stallkaninchenzucht zu.

Es kann als Grundgesetz gelten, dass die kleinen Tiere das Futter schlechter ausnutzen als die grossen, d. h., dass sie verhältnismässig mehr Futter verlangen als diese. Die Bedeutung der Kleintierzucht in extensiven wie in intensiven Verhältnissen

beruht in der Anspruchslosigkeit der Kleintiere in bezug auf die Art des Futters. Hat doch trotz starken Rückganges in den letzten Jahrzehnten die Schafhaltung immer noch eine grosse Bedeutung als Ausnutzung des „absoluten Schaffutters".

So beruht auch die Bedeutung der Kaninchenhaltung auf der Ausnutzung des absoluten Kaninchenfutters. Dieses besteht in den Abfällen der menschlichen Nahrungsmittel und in Futtermitteln, die in so geringen Mengen geerntet werden, dass sie zur Ernährung von Grossvieh nicht hinreichen. Wo Futtermittel in grösseren Mengen hinzugekauft werden müssen, ist daher die Kaninchenzucht volkswirtschaftlich nicht am Platze und privatwirtschaftlich nicht empfehlenswert. Dies dürfte auch aus einigen Rentabilitätsberechnungen erhellen, die in der Zeitschrift „Der Kaninchenzüchter" (Jahrg. 1913) veröffentlicht sind.

In Heft 4 gibt O. Herrlich folgende Aufstellung:

Bestand am 1. Januar 1912 . . . 3,6 französische Widder (rechts vom Komma ♂, links ♀ Tiere), davon 3 geschlachtet, 1 verkauft, vom Rest 36 Tiere gezogen (nur kleiner Garten vorhanden, in dem Rüben gebaut).

Einnahmen:

Für verkaufte Tiere	105.80 M.
Preisgelder von Ausstellungen . . .	74.— „
Deckgeld	3.60 „
Für geschlachtete Tiere	14.20 „
Sa.	197.60 M.

Ausgaben:

Futter	46.— M.
Wiesenpacht	8.75 „
Standgeld	25.80 „
Fracht und Rollgeld	4.45 „
Zuchttier gekauft	28.— „
Porto und Schreiben	4.— „
Sonstiges	13.— „
Sa.	130.— M.

Einnahmen . . .	197.60 M.
Ausgaben . . .	130.— „
Überschuss	67.60 M.

Es soll hierdurch die Rentabilität der Kaninchenzucht nachgewiesen werden, und es ergibt sich auch für den ersten Blick ein Überschuss. Bei näherem Zusehen aber verflüchtigt

er sich. Es handelt sich hier um eine Sportszucht.[1]) Die Ausstellungspreise mögen wohl für den einzelnen Züchter eine Rentabilität ermöglichen, doch für die Allgemeinheit kommt diese Einnahmequelle nicht in Betracht. Wir müssen also zunächst bei den Einnahmen die 74 M. und bei den Ausgaben die 25.80 M. und 4.45 M. streichen. Somit erniedrigt sich der Überschuss um 43.75 M., sinkt also auf 23.85 M. Aber selbst dieser Überschuss würde wahrscheinlich verschwinden, wenn die verkauften Tiere zu ihrem wahren Nutz- (Fleisch- und Fell-) Wert eingesetzt wären, nicht aber zu dem Liebhaberwert, zu dem sie vermutlich verkauft sind. Nähere Angaben über Alter der verkauften Tiere und anderes fehlen leider.

In derselben Nummer findet sich noch eine Berechnung von KARL WEYEL.

Ausgaben:	
Stroh	3.75 M.
Heu	5.48 „
Hafer und Gerste	36.70 „
Dickwurz	2.10 „
Verschiedenes, als Reis, Futterkalk, Haferflocken, Brot, Leinkuchen	4.22 „
Schrot	17.09 „
Kaninchenliteratur und „Züchter" f. 1912	6.85 „
Ausstellungs- und Deckgebühr	11.45 „
Medikamente	1.45 „
Milch	3.— „
Graspacht	12.— „
Kartoffeln	12.— „
Insertionsgebühr	4.— „
Ankäufe für 1912	45.60 „
Tierbestand am 1. Januar 1912	31.— „
Sa.	199.19 M.
Einnahmen:	
Verkäufe	76.25 M.
Geschlachtet und im eigenen Haushalt verwertet $50^1/_2$ Pfd. Fleisch à Pfund 80 Pf.	40.40 „
10 Felle (im Haushalt verwertet) zu 20 Pf.	2.— „
Dung	6.— „
Ein Ehrenpreis	12.— „
Deckgebühr	2.60 „
Zu übertragen:	139.25 M.

[1]) Über die Streitfragen nach Sports-, Rasse- und Nutzzucht wird später mehr gesagt werden.

Übertrag:	139.25 M.
Bestand an Tieren (am 1. Januar 1913) 25 Stück, zusammen 168 Pfd. lebend zu 50 Pf.	84.— „
Sa.	223.25 M.
Ab für Auslagen	199.19 „
Reinverdienst:	24.06 M.

Von dieser Aufstellung gilt das von der ersten Gesagte, ebenso von der folgenden von Ullrich (in Heft 3), in die freilich die Haltung einer Ziege einbezogen ist.

Bestand am 1. Januar 1912: 1,2 belgische Riesen, 1,3 Havanna, 0,1 Kreuzungstier, 7 Jungtiere (Havanna), 1 Ziege (9 Monate alt).

Ausgaben:

Kleie, $4^1/_2$ Zentner	33.50 M.
Gerste, 2 Zentner	21.50 „
Hafer, $1^1/_4$ Zentner	10.20 „
Heu, 8 Zentner	30.— „
Torfstreu, 2 Ballen	9.— „
Stroh, 7 Zentner	18.20 „
Rüben, 8 Zentner	12.— „
Kartoffeln, 6 Zentner	8.45 „
Ankauf von Zuchttieren	24.— „
Standgeld auf Ausstellungen	23.— „
Deckgeld	8.— „
Vereinsbeiträge, für „Züchter“ . . .	8.52 „
Porto	3.95 „
Verschiedene Ausgaben	2.18 „
Sa.	224.50 M.

Einnahmen:

46 Jungtiere verkauft	75.95 M.
6 Zuchttiere „	40.10 „
Preise auf Ausstellungen	45.70 „
245 Liter Milch zu 14 Pf.	34.30 „
49 Pfd. Kaninchenfleisch zu 50 Pf. .	24.30 „
18 Pfd. Zickelfleisch zu 65 Pf. . . .	11.70 „
Deckgeld	6.— „
Zickelfelle	2.30 „
10 Kaninchenfelle, gegerbt, zu 50 Pf.	5.— „
Für Dünger	10.— „
Sa.	255.55 M.

Reingewinn . . . 31.05 M.

Bestand an Zuchttieren für 1913: 1,2 belgische Riesen, 1,3 Havanna, 8 Jungtiere, 0,2 Kreuzungstiere, 1 Ziege.

Hierbei sei bemerkt, dass die betreffenden Züchter über wenn auch teilweise nur kleine Gärten verfügten, deren Erträge anscheinend gar nicht besonders berechnet sind, während andererseits teilweise sogar der Dünger, der wahrscheinlich doch im eigenen Garten verwertet wurde, in Rechnung gestellt ist. Ferner muss hervorgehoben werden, dass die Arbeit des Besitzers nicht berechnet ist. Daraus geht hervor, dass eine Kaninchenzucht in grösserem Umfange, wo fremde Arbeitskräfte bezahlt werden müssen oder die eigene Arbeitskraft voll anzurechnen ist, überhaupt nicht rentabel sein kann. So haben denn wohl alle Grosszüchtereien mit einem Misserfolg geendet. (Besonders nach 1870/71 glaubten viele, mit der Kaninchenzucht Millionär werden zu können!)

Aber selbst in dem hier angegebenen Umfange (bei 5 bis 7 Zuchttieren) ist die Kaninchenzucht nicht ohne weiteres rentabel. Mit den angekauften Futtermitteln hätten 1—2 Schweine gemästet werden können, und es wären so sicherlich grössere Mengen von Fett und Fleisch für die Volksernährung gewonnen worden. Und privatwirtschaftlich wäre der Reingewinn zweifellos höher gewesen, selbst dann noch, wenn man die verhältnismässig hohen Preise für verkaufte Rassezuchttiere in Berechnung stellt. Auch die aufgewandte Mühe dürfte beim Schwein eher geringer als grösser sein als die bei einer grösseren Zahl von Kaninchen. Und endlich gilt die Anspruchslosigkeit des Kaninchens in bezug auf den Platz doch nur für einzelne Tiere, nicht für eine grosse Zucht. Sicherlich ist das Schwein ein besserer Ausnutzer des dargebotenen Futters als das Kaninchen. Exakte vergleichende Versuche nach dieser Richtung sind mir nicht bekannt. Ich glaube auch, dass solche Fütterungsversuche mit Kaninchen überhaupt noch nicht angestellt worden sind. Jeder aber, der Gelegenheit gehabt hat, in der Praxis die Futtermengen für einen grösseren Kaninchenstand mit denen für ein Schwein zu vergleichen, wird zu derselben Ansicht gelangen.

Wo grössere Mengen von Abfällen zu Gebote stehen, dürfte die Haltung von Schweinen den Vorzug verdienen. Denn das Schwein verzehrt ja auch alle Überreste gekochter Speisen, auch solche fettiger Beschaffenheit und animalischer Natur. Mit Recht sagt auch BEECK in seiner Schrift „Schlachtkaninchenzucht“ (Berlin 1916, S. 516): „Wo also derartige Mengen von Abfällen vorhanden sind, dass sie als Schweinefutter in Betracht kommen,

sollte man sich lieber der Schweinehaltung zuwenden, anstatt eine grössere Anzahl Kaninchen zu halten."

Allerdings erwächst dem Kaninchenzüchter wieder ein Vorteil aus der kürzeren Vegetationsdauer des Kaninchens. Ein Schwein muss, bis es schlachtreif wird, auf jeden Fall einen Winter hindurch gehalten, muss also ein halbes Jahr mit Dauer- und Kraftfutter verpflegt werden. Dagegen ist ein Kaninchen in 6 Monaten schlachtreif. Ist es im Frühjahr geworfen, so kann es sein ganzes Leben lang mit Abfällen und Sommerfutter ernährt werden. Nur einige Zeit vor der Schlachtung müsste es besseres Futter erhalten.

Für die vollständigere Ausnutzung des meist reichlich vorhandenen Sommerfutters käme also die Saisonhaltung von Kaninchen noch neben der Schweinehaltung in Betracht. Zu beachten ist freilich, dass die Zuchttiere ebenfalls über Winter gehalten werden müssen, und ferner, dass nur der erste Wurf noch vor Anbruch der kalten Jahreszeit schlachtreif wird.

Wo grössere Mengen von Sommerfutter zur Verfügung stehen, dürfte die Einstellung eines Hammels im Frühjahre wohl empfehlenswerter sein. Auch er wird im November schlachtreif, und die Genügsamkeit des Schafes ist ja bekannt.[1])

Als weitere Wettbewerber in der Ausnutzung der Abfälle bei der menschlichen Ernährung sowie des Sommerfutters kommen noch Ziege und Huhn in Betracht. Beider Zucht und Haltung dürfte lohnender sein als die Kaninchenhaltung, doch sind die Erträge bei beiden ganz andersartig. Ausserdem ist zu beachten, dass das Huhn, dem allgemein eine hohe Rentabilität nachgerühmt wird (s. hierüber u. a. Dürigen, „Die Geflügelzucht", 2. Auflage 1906, S. 891), neben den Abfällen doch auch grössere Mengen Dauerfutter (Kleie, Kartoffeln) und vor allem Kraftfutter (Körner) verlangt und ebenso einen Auslauf, für den aber nicht überall der nötige Raum vorhanden sein dürfte.

---

[1]) Die Haltung eines oder einiger Schafe dürfte für Kleintierzüchter (Garten- oder Kleinparzellenbesitzer, die nicht eigentliche Landwirte sind) noch eine grosse Bedeutung gewinnen. Mit Recht lenkt Dr. Klutmann in der Zeitschrift für Schafzucht 1916, Heft 4 die Aufmerksamkeit auf diese Art der Schafhaltung, die in der Tat wohl grössere Fleischmengen liefern und auch grössere Überschüsse bringen dürfte als eine entsprechende Fleischkaninchenzucht.

Der Kaninchenzucht kann also nur unter gewissen Einschränkungen das Wort geredet werden. Nun werden mir viele Kaninchenzüchter entgegenhalten, ihre Zucht sei durchaus rentabel. Aber wo das zutrifft, da handelt es sich um eine Rassezucht, besser ausgedrückt um eine Zucht, die nicht Erzeugung oder Verkauf von Fleisch und Fellen zum Ziel hat, sondern den Verkauf über ihren Nutzwert mit Liebhaberpreisen bezahlter Sportszuchttiere. In den meisten Züchterkreisen wird ja auch die Ansicht vertreten, nur die Rassezucht (soll heissen jene Art von Sportszucht) sei rentabel. Mit dieser Behauptung hat man m. E. im Grunde der Kaninchenzucht jede volkswirtschaftliche Bedeutung und auch jeden Anspruch auf staatliche Unterstützung abgesprochen. Auch die Züchter, die in den letzten Jahren mit kommunaler Unterstützung zur Fleischversorgung der betreffenden Städte grössere Kaninchenfarmen eingerichtet haben, versichern einstimmig, ihre Zucht sei trotz der Beihilfe nur durch den daneben betriebenen Verkauf von Rassetieren rentabel zu gestalten. Der Streit, ob Rasse-, Sports-, Nutz- oder Schlachtzucht getrieben werden solle, geht ja erbittert hin und her. Dabei werden indes vielfach die Begriffe nicht klar herausgearbeitet, und die Gegner reden oft aneinander vorbei. Gewiss, auch die Züchtung von hochbezahlten Ausstellungstieren kann recht lohnend sein. Volkswirtschaftlich ist sie aber ganz belanglos, da ja doch immer jemand da sein muss, der den Luxuspreis zahlt und die Kaninchenzucht als Sport betreibt. Eine Vermehrung des Volkseinkommens stellt ein solcher privatwirtschaftlicher Gewinn nicht dar — es sei denn, dass der Abnehmer gerade ein Ausländer ist. Freilich muss zugegeben werden, dass dieser Gewinn aus der Rassezucht meist kleinen Leuten zufällt, denen die Einnahme wohl zu gönnen ist; andererseits sind aber auch die Abnehmer meist Angehörige weniger bemittelter Stände. Und die Kaninchenzucht soll doch nicht eine Luxusbetätigung für den kleinen Mann sein, sondern eine wenn auch bescheidene Einnahmequelle. Es wäre übertrieben, wenn man behaupten wollte, die ganze Ausstellungskaninchenzucht habe ebendieselbe volkswirtschaftliche Bedeutung wie die Meerschweinchen- oder die Kanarienzucht, nämlich so gut wie keine. Fallen doch neben den Ausstellungstieren noch zahlreiche — im ausstellungstechnischen Sinne — fehlerhafte als Schlachttiere ab. Gleichwohl erfordert die Erzielung von Ausstellungseigenschaften so viel

Mühe und so hohe Futterkosten, dass dadurch die schon an und für sich nicht zu grosse wirtschaftliche Bedeutung der Kaninchenzucht gänzlich in Frage gestellt wird. Gewiss sind Ausstellungen nötig, und Züchter von Ausstellungstieren beim Grossvieh sind unentbehrlich. Bei der Kaninchenzucht jedoch sind die Verhältnisse ungesund. Wohin sollte es führen, wenn wie jeder Kaninchenzüchter auch jeder Schweinezüchter ein Hochrassezüchter sein wollte und für seine Ferkel den doppelten und dreifachen Nutzwert forderte? Auch der Grosstierzüchter legt zwar auf das Äussere der Tiere Wert, die Hauptsache aber bleibt ihm doch eine Hochzüchtung des Nutzertrages, z. B. der Milchleistung bei den Kühen. Hieran fehlt es indes bei der Kaninchenzucht fast vollständig. Die auf Kaninchenausstellungen bewerteten Eigenschaften sind wirtschaftlich im allgemeinen ganz bedeutungslos, wenn nicht sogar schädlich. Ob der „Aalstrich" nun einige Millimeter länger oder kürzer sein solle oder die Zeichnung so oder so (darüber sind mit einem einer besseren Sache würdigen Eifer heftige Fehden ausgefochten worden), das sind doch Fragen, denen man beim besten Willen eine wirtschaftliche Bedeutung nicht beimessen kann. Nun ist es ja niemand zu verwehren, seine Zeit ganz nach Geschmack auszufüllen, etwa mit Briefmarkensammeln, Züchten von weissen Mäusen oder dem Heranzüchten bestimmter Kaninchenzeichnungen. Allein die Vertreter einer derartigen Kaninchenzucht sollten endlich aufhören, deren angebliche grosse volkswirtschaftliche Bedeutung in die Welt zu trompeten und weitgehende Förderung von behördlicher und privater Seite zu beanspruchen. Zu ihrer Verteidigung werden nun die Sportszüchter geltend machen, dass sie sich auch der Heranzüchtung grosser und schwerer Fleischtiere mit Erfolg zugewandt hätten. Dieser Einwand ist aber nicht stichhaltig. Die Grösse der Tiere wird nämlich zu sehr als sportlicher Selbstzweck betrachtet. Sie ist z. B. bei den belgischen Riesen nur zu erzielen, wenn die Jungtiere von Anfang an Kraftfutter erhalten. Das gilt bis zu einem hohen Grade auch von anderen Rassen, wenn man tadellose Ausstellungstiere gewinnen will. Wenn, wie ein Züchter im „Kaninchenzüchter" 1913, Heft 2 angibt, ein Kaninchen mittlerer Rasse täglich erhält: 70 g Hafer, 2 mittlere Mohrrüben oder ein Viertel einer mittleren Runkel und dann noch reichlich Heu, so dürfte da, falls man eben nicht auf Liebhaberpreise für Jungtiere rechnet, ein Reinertrag un-

möglich herausspringen. Mit Recht bemerkt ED. BEHRENS im „Kaninchenzüchter" 1913, Heft 5: „Wie wir heute Aufzucht und Haltung der Kaninchen betreiben, ist die Erzüchtung billigen Fleisches ausgeschlossen." Das, was als erstrebenswertes Ziel bei den Kaninchenrassen herangezüchtet werden sollte, ist: Schnellwüchsigkeit, frühe Schlachtreife, Genügsamkeit im Futter, und endlich ein wertvolles, als Pelzwerk verwendbares Fell. Nur dann kann die Kaninchenzucht ihre Rolle bei der zweckmässigen Ausnutzung der Abfälle und des überschüssigen Sommerfutters spielen. In Belgien tritt bezeichnenderweise die Zucht des belgischen Riesenkaninchens weit hinter die des belgischen Landkaninchens zurück, einer mittelgrossen Rasse, die nicht so künstlich grossgepäppelt wird wie unsere belgischen Riesen.

Wenn wir die in Deutschland im allgemeinen übliche Art der Rassezucht bekämpfen, so verwerfen wir doch die Rassezucht als solche keineswegs. Es wäre töricht, einen zu grosser Nutzleistung emporgezüchteten Stamm durch Kreuzung mit unkontrolliertem und unkontrollierbarem Blut zu verderben. Schon um stets gleichmässig gefärbte Felle zu erhalten, muss man auf reine Rasse achten. Die Dinge liegen hier nicht anders als bei der Grossviehzucht und bei jeder rationellen Viehzucht überhaupt. Etwas Sport dabei ist nicht zu tadeln, da er die Züchter naturgemäss anregt; nur das Zuviel ist zu bekämpfen.

In Belgien freilich (wie auch in Holland) wird der Fellnutzung bei den Schlachtkaninchen keine Beachtung geschenkt. Die Felle des belgischen Land- wie des holländischen Kaninchens haben auch wie fast alle weissschwarzen nur geringen Wert. Aber wir sollten hier über unsere Nachbarn herausgehen und mit deutscher Gründlichkeit auch das Letzte an Nutzen aus der Kaninchenzucht herauszuholen suchen.

Das entsprechende Zuchtziel hat K. SIMONI, Vorsitzender des Verbandes deutscher Fleisch- und Nutzkaninchenzüchter, in der „Zeitschrift deutscher Kaninchenzüchter" (4. Jahrg. 1915, Nr. 40) folgendermassen bestimmt: „Wir wollen mit einfarbigen gesunden mittelschweren Tieren möglichst viel Fleisch und erstklassige für den deutschen Fellmarkt geeignete Felle erzeugen." Denselben Standpunkt vertritt auch BEECK in seiner schon angeführten Schrift.

Die Fellnutzung ist um so wichtiger, als in Deutschland grosser Bedarf an Fellen zu Pelzwerk ist. 1913 wurden für

rund 76 Mill. Mark, davon mehr ein- als ausgeführt; der Einfuhr stand nur eine geringe Ausfuhr gegenüber. Die besten Pelzkaninchen liefern nun Felle, die einen hochwertigen Ersatz für das allerteuerste Pelzwerk bilden. Für gute Felle werden dann auch recht ansehnliche Preise gezahlt.

Leider müssen wir hier wieder etwas Wasser in den Wein giessen und darauf hinweisen, dass die Sommerfelle sich zur Verarbeitung als Pelzwerk nicht eignen. Ein Weiterfüttern der schlachtreifen Jungtiere bis in den Winter hinein dürfte aber den Verdienst aufzehren. Auch die Felle von noch zu jungen geschlachteten Tieren liefern nicht immer ein dauerhaftes Pelzwerk. Die Fellverwertung kommt also nur als Nebennutzung und für einen Teil der Jungtiere in Betracht.

Aber auch der Balg von Sommertieren lässt sich noch verwerten. Zunächst das Leder. Das von älteren Tieren grosser Rassen ist als Schuhleder verwendbar; jüngere und kleine Tiere liefern Glanzleder für Handschuhe usw. Vor allem aber spielen die Haare bei der Hutfabrikation eine ganz ausserordentliche Rolle. Leider sind in der deutschen Ausfuhrstatistik Kaninchen- und Hasenhaare nicht getrennt. Wenn wir an beidem noch mehr aus- als einführen, so liegt das daran, dass unsere Filzindustrie im Verhältnis zur französischen noch sehr unentwickelt ist. Haben wir doch 1913 für über 3 Mill. Mark Filzhüte mehr ein- als ausgeführt. Nach der letzten Auflage von Brehms Tierleben werden in Frankreich jährlich für 30 Mill. Franken Kaninchenbälge zur Hutfabrikation verwendet, über 10 Mill. zur Pelzwarenfabrikation. Eine ausgedehnte Kaninchenfellbearbeitung soll sich nur in Frankreich und in Belgien finden, in Deutschland soll nur eine (?) derartige grosse Fabrik vorhanden sein, in Unkel (Niederrhein), die jährlich etwa 3 Mill. Kaninchenfelle zurichtet.

Wir haben gesehen, dass die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kaninchenzucht nicht gar zu hoch anzusetzen ist; immerhin soll man sie auch nicht unterschätzen. Nach unseren Ausführungen kommt die Kaninchenzucht nicht so sehr für das platte Land in Betracht;[1]) vielmehr dürfte ihre Bedeutung vor

[1]) Oder doch nur für Gegenden, wo die Teilung des Grund und Bodens sehr weit fortgeschritten ist. Es ist bezeichnend, dass in Belgien, dem Lande mit verbreitetster Kaninchenzucht, die kleinen, kleinsten und allerkleinsten landwirtschaftlichen Betriebe vorherrschen. Neuerdings hat die Zahl der kleinen auf Kosten der ganz kleinen zugenommen; aber man will in letzter Zeit auch einen bemerkenswerten Rückgang in der Kaninchenzucht beobachtet haben.

allem in der Ausnutzung der städtischen Nahrungsmittelabfälle bestehen. Nun hat man ja die Sammlung dieser Futterstoffe jetzt unter dem Zwange der Not eingerichtet, aber die Durchführung dieser Massnahmen ist doch kostspielig und umständlich, und überdies dürften doch noch viele Abfälle infolge der Bequemlichkeit und Unachtsamkeit der einzelnen verloren gehen. Die Ausnutzung im Haushalte selbst durch eine Kaninchenhaltung möchte daher wohl vorzuziehen sein. Wo aber die Sammlung der Abfälle einmal durchgeführt ist, sollte das gesammelte Futter nicht zur Kaninchenzucht verwendet werden. Wenn einige Kommunen Kaninchenfarmen eingerichtet und für diese z. B. die Brotabfälle in den Schulen gesammelt haben, so muss man doch fragen, weshalb man nicht lieber die Aufzucht und Mästung von Schweinen beschlossen hat, für die das gesammelte Futter fast restlos verwertbar ist. Die Fleisch- und Fetterzeugung wäre dann auch weit grösser gewesen.

Die eigentliche Grossstadt mit ihren Mietskasernen bietet freilich nur ausnahmsweise einigermassen günstige Bedingungen für eine Kaninchenhaltung. Abgesehen von der Unterbringung der Tiere wird auch der Abfall einer Haushaltung kaum ausreichen, eine auch nur kleine Zucht zu erhalten. Es müssten also Futtermittel zugekauft werden, falls nicht etwa gute Freunde und getreue Nachbarn ihre Kartoffelschalen usw. zur Verfügung stellten. Wie geschaffen ist dagegen die Kaninchenzucht für grossstädtische Vororte, Industriedörfer und ganz besonders für die Schrebergärten und Laubenkolonien. Man könnte das Kaninchen geradezu als das Schwein des Laubenkolonisten bezeichnen. Gerade hier gelangen alle Vorzüge einer Kaninchenzucht im kleinen, wie geringe Ansprüche an Platz und Stall, Ausnutzung von kleineren Mengen von Sommerfutter und Gartenabfällen[1]), Gewinnung eines guten, schnellwirkenden Düngers u. a. m. voll zur Geltung. Eine gewisse Schwierigkeit bereitet nur die Unterbringung und Fütterung der Zuchttiere im Winter. Im Hinblick hierauf empfiehlt BEECK eine Trennung von Züchtung und Aufzucht wie bei der Schweinezucht, so dass der

[1]) Fast alle Abfälle eines Gartens, fast alle Unkräuter werden von den Kaninchen gefressen. Häufig sieht man Kartoffeläcker, die dicht mit Melde bestanden sind. Mit geringer Mühe liessen sich hier von Kindern grosse Mengen von Kaninchenfutter sammeln. Die Befreiung von dem Unkraut wäre überdies dem Acker sehr dienlich.

Laubenkolonist Zuchttiere gar nicht zu halten brauchte, sich im Frühjahr einige Jungtiere kaufen könnte, die er im Herbst alle abschlachtete. Auch für Eisenbahnwärter und andere kleine Beamte kommt die Kaninchenzucht stark in Frage. Die Verwaltung der Preussisch-hessischen Eisenbahnen hat sich ja erfreulicherweise die Förderung der Kleintierzucht bei ihren Angestellten stets angelegen sein lassen.

Wenden wir uns nun zur Feststellung des gegenwärtigen Umfanges der Kaninchenzucht! Es gab bis vor kurzem darüber keine irgendwie genauen Zahlen, da bei den Viehzählungen zuletzt zwar auch das Geflügel, nicht aber die Kaninchen mitgezählt wurden. Dies geschah zum erstenmal während des Krieges, am 15. April 1916, zwar nicht im Reich, wohl aber in vielen Bundesstaaten. Mit gütiger Genehmigung der Herren Minister für Landwirtschaft usw. und des Innern hat mir das Kgl. Preussische Statistische Landesamt die bisher nicht veröffentlichten Zahlen zur Verfügung gestellt, wofür ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche. Es wurden für Preussen gezählt 3301413 Kaninchen.[1]) Danach wäre die Zahl für das Deutsche Reich auf etwa 5 Millionen zu schätzen. Wäre die Zählung im Sommer oder Herbst erfolgt, so hätte sie bedeutend höhere Zahlen ergeben, da im April die Häsinnen zum grossen Teil nur ihren ersten Wurf Junge gesetzt haben. Vielleicht darf man danach die Zahl der Zuchthäsinnen auf $^3/_4$ Mill. schätzen. Nehmen wir selbst an, dass jede Häsin im Jahr dreimal je 6 Junge wirft, von denen 12 bis zur Schlachtung am Leben bleiben sollen, und nehmen wir ferner für jedes ausgeschlachtete Tier ein Gewicht von 4 Pfund an, so

[1]) Die Zahlen für die einzelnen Provinzen sind folgende:

1. Ostpreussen	63918	8. Sachsen	573955
2. Westpreussen	74456	9. Schleswig-Holstein	110224
3. Stadtkreis Berlin	26558	10. Hannover	234780
4. Brandenburg	487420	11. Westfalen	264535
5. Pommern	127823	12. Hessen-Nassau	190490
6. Posen	175918	13. Rheinprovinz	377882
7. Schlesien	588644	14. Hohenzollernsche Lande	4810

Man kann hier deutlich erkennen, dass die Kaninchenzucht am wenigsten verbreitet ist in den dünn bevölkerten Provinzen des Ostens. Dann folgen die landwirtschaftlichen Provinzen des Westens mit stärkerer Parzellierung. Endlich die stärkste Kaninchenzucht herrscht in den Gebieten mit starker industrieller Bevölkerung.

würden 1916 in Deutschland 9 Mill. Kaninchen und 36 Mill. Pfund Fleisch im Werte von 25—30 Mill. Mark (das Pfund zum Friedenspreis von 75 Pf. gerechnet) der Volksernährung zugeführt worden sein oder noch werden.

Diese Zahlen liessen sich trotz der oben gemachten Einschränkungen wohl noch erheblich vermehren. Der vielfach angezogene Vergleich mit Frankreich ist aber nicht stichhaltig. Eine Ausdehnung wie dort (nach dem Landlexikon soll der Wert der jährlichen Produktion an Kaninchen 400 Mill. Mark betragen) kann die Kaninchenzucht in Deutschland nicht gewinnen. Es erübrigt sich auch, auf eine Berechnung im „Kaninchenzüchter" (1913, Heft 7) einzugehen, wieviel Zuchthäsinnen in Deutschland gehalten werden müssten, wenn $^1/_8$ oder gar $^1/_4$ von Deutschlands Fleischverbrauch durch die Kaninchenzucht gedeckt werden sollte. Das Schlagwort: „Kaninchenfleisch muss Volksnahrungsmittel werden" können wir als erledigt beiseite lassen. Es ist nun einmal nicht möglich, dass jeder sein eigner Fleischversorger wird. Selbst wenn eine Vermehrung der Zuchthäsinnen bis auf 2 Mill. Stück (um fast das Dreifache) möglich wäre, würde nur eine Erzeugung von 24000000 Schlachtkaninchen oder von 980000 Zentnern Fleisch (im Werte von 60—65 Mill. Mark) die Folge sein.[1]) Rechnet man aber den Fleischverbrauch für Kopf und Jahr mit 50 kg, so würde ein Verbrauch von 70 Mill. Zentnern Fleisch stattfinden. Daraus lässt sich ersehen, wie gering bestenfalls der Anteil der Kaninchenzucht an der Fleischversorgung Deutschlands sein kann. Wenn von einer Zuchthäsin 12 Jungtiere im Schlachtgewicht von 48 Pfd. gezogen werden, so dürfte die Familie des Züchters die

---

[1]) Eine solche Steigerung halte ich für die nächsten Jahre durchaus für möglich, da das Streben der Grossstadtarbeiter nach einem Stückchen Gartenland immer mehr zunimmt und auch immer mehr das Bestreben hervortritt, auch die Fabrikarbeiter in Einzelhäusern mit Gärten anzusiedeln.

Nehmen wir an, dass bei diesem Umfange der Zucht 6 Millionen gute Pelze im Werte von 1 Mark geliefert würden, und berechnen wir den Wert der Sommerfelle mit 2 Mill. Mark, so würden weitere 8 Mill. Werte durch die Kaninchenzucht erzeugt werden. Man darf ferner annehmen, dass ein Kaninchen im Jahre einen Zentner Dung erzeugt. Rechnen wir den Gesamtdüngerertrag nur mit 10 Mill. Zentner und den Wert des Zentners mit 20 Pf., so würde der Gesamtwert auf 2 Mill. Mark zu berechnen sein.

Alles in allem würde also eine Zucht von solchem Umfange Werte in Höhe von 70—75 Mill. Mark erzeugen.

ganze Menge selber verzehren. Der Reinertrag der ganzen Zucht bestünde in der Gewinnung eines billigen Bratens. Beeck sagt a. a. O. S. 62: „Auf Grund meiner Erfahrungen bin ich zu der Überzeugung gelangt, dass eine Schlachtkaninchenzucht, die jährlich 50 Tiere grosszieht, sich entweder das Pfund Fleisch für die Wirtschaft mit 45—50 Pf. verschafft oder bei Verkauf des Fleisches und der Felle am Tier rund 100 Pf. verdient, insgesamt also 50 M. im Jahre, wobei Verzinsung, Verluste und dergl. mehr berücksichtigt sind. Je grösser die Zucht betrieben wird, desto geringer wird der Durchschnittsverdienst am Tier sein.“ Ich persönlich bin im Zweifel, ob bei einer Aufzucht von 50 Jungtieren das zur Verfügung stehende Abfallfutter im allgemeinen genügend vorhanden sein wird und ob nicht doch in grösserem Maſse Futter zugekauft werden muss, wodurch der erwähnte Überschuss doch stark in Frage gestellt werden würde.

Wir sehen also, Reichtümer sind mit der Kaninchenzucht auf keinen Fall zu erwerben. Aber selbst eine Nebeneinnahme von nur 20—30 M. ist für einen Arbeiterhaushalt nicht zu verachten. Zudem wird ja Kaninchenzucht oft neben anderen Zweigen der Kleintierzucht getrieben. Auf jeden Fall aber dürfte auch bei ihr das ethische Moment hoch zu bewerten sein. Die Zeit, die bei den Kaninchen verbracht wird und werden muss, lässt sich nicht in der Kneipe zubringen. Und der Besitz auch nur eines einzigen einigermassen wertvollen Tieres lässt den Besitzer sich nicht ganz als Proletarier fühlen.

Aus allem Gesagten dürfte hervorgehen, dass die Kaninchenzucht eine behördliche Förderung wohl verdient und dass die Behörden vor allem dadurch sich ein Verdienst erwerben würden, wenn sie durch Bekämpfung der angedeuteten Auswüchse und Spielereien die Kaninchenzucht in die rechten Bahnen lenkten. Statt der bisher gepflegten Dutzende von Sportsrassen müssten einige wenige Nutzrassen besonders gefördert werden, die dann auch bei Ausstellungen und Preisverteilungen in allererster Linie zu berücksichtigen wären. Als besonders gute Nutztiere werden neuerdings die Grosssilberkaninchen empfohlen, auch blaue und weisse Wiener. M. E. verdient auch das Havannakaninchen einige Beachtung. Es soll jedoch auf diese Spezialfragen hier nicht näher eingegangen werden.

In demselben Sinne müssten auch die Vereine wirken. Vor allem sollten sie sich die Haltung guter Zuchtrammler angelegen

sein lassen. Einmal, um die kleinen Kaninchenhaltungen von der kostspieligen Ernährung eines männlichen Zuchttieres zu entlasten, dann, um die Einführung guten und fremden Zuchtblutes zu veranlassen, und endlich, um auf die Ausbreitung geeigneter Nutzrassen unter ihren Mitgliedern Einfluss zu gewinnen. Eine lohnende Verwertung der gewonnenen Felle ist dem einzelnen kleinen Züchter, der jeweils nur wenige Stück abzugeben hat, meist nicht möglich. Darin können die Vereine Wandel schaffen durch Herbeiführung und Vermittlung gemeinsamen Absatzes. Erfreulicherweise sind ja in dieser Hinsicht neuerdings vielfach schon zweckdienliche Einrichtungen getroffen worden.

Über die Wertverminderung des Kalkstickstoffes durch einen Gehalt an Dicyandiamid.

Von

Frl. Dr. HÖVERMANN und Prof. Dr. ALFRED KOCH.

Aus dem landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut der Universität Göttingen.

In einer mit DORSCH, HALS und POPP 1907 veröffentlichten Arbeit hat P. WAGNER[1]) gezeigt, dass Kalkstickstoff die Tätigkeit der Ammoniak aus Harnstoff bildenden Bakterien in Jauche stark einschränkt und selbst nur langsam und schwach durch Bakterienwirkung Ammoniak liefert, wenn 10 g Stickstoff in Form von Kalkstickstoff zu 2 l verdünnter Jauche zugesetzt wurden. Nahm man nur $^1/_5$ dieser Kalkstickstoffmenge, so wurde die Harnstoffumwandlung nicht mehr geschädigt, aus Kalkstickstoff war aber auch dieses Mal nach 10 Tagen noch kein Ammoniak gebildet.

In ähnlicher Weise findet WAGNER mit seinen Mitarbeitern, dass im Boden nur dann schnelle Ammoniak- und Salpetersäurebildung aus Kalkstickstoff eintrat, wenn das Düngemittel in sehr kleiner Menge angewendet wurde.

Wenn 12.5 oder 50 mg N als Kalkstickstoff zu 250 g Boden gefügt wurden, waren nitrifiziert vom Stickstoff des Kalkstickstoffes

Kalkstickstoff in 250 g Boden	50 mg N als Kalkstickstoff	12.5 mg N als Kalkstickstoff
nach 12 Tagen . .	—	66 %
„ 20 „ . .	26 %	99 „
„ 32 „ . .	60 „	—

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 66, S. 285 (1907).

100 mg N als Kalkstickstoff in 300 g Boden verhindern auch die Nitrifikation von zugesetztem Ammonsulfat völlig.

Während hier nur von der Giftwirkung von Kalkstickstoff im allgemeinen die Rede ist, hatten wir Gelegenheit, die Einwirkung des Gehaltes an Dicyandiamid im Kalkstickstoff auf die mikrobiologischen Vorgänge im Boden zu verfolgen. Zur Verfügung standen zwei Muster Kalkstickstoff, von denen I mehr als doppelt soviel Dicyandiamid enthielt wie II.[1])

	I	II
Gesamt-N	16.30 %	20.00 %
N als Dicyandiamid	1.20 „	0.56 „
Dicyandiamid-N in % des Gesamt-N. .	7.33 „	2.80 „

Zuerst wurde die Salpeterbildung aus Guanol unter Beigabe von Kalkstickstoff I untersucht. Guanol ist ein von der Firma KRAUL und WILKENING in Hannover hergestellter Melasseschlempetorfdünger, in dem das hygroskopische Betain durch Kompostbakterien zersetzt ist. Näheres über diesen Dünger und seine Nitrifikation siehe in der Arbeit von ALFRED KOCH in FÜHLINGS Landwirtschaftlicher Zeitung 1916.

Versuch I wurde mit Lehmboden unseres Versuchsfeldes, dem die gleiche Menge zerkleinerter Buntsandstein zugesetzt war, angestellt. Das Bodengemisch wurde von 8 auf 13 % Wasser gebracht und enthielt bei Beginn des Versuches am 23. November 1915 0.806 mg Nitratstickstoff in 100 g trockenem Boden. Das Guanol enthielt 3.98 % N in der Trockensubstanz und 44.3 % Wasser. Die Zusätze sind pro Kilogramm Boden mit 8 % Wasser angegeben. Die Erdproben standen in Glasflaschen bei 25—30° C.

(Siehe die Tabelle auf S. 319.)

Diese Zahlen zeigen deutlich, dass schon die geringste von WAGNER und seinen Mitarbeitern angewendete Kalkstickstoffmenge die Salpeterbildung aus Guanol merklich verringert, wenn die Kalkstickstoffsorte I mit dem höheren Dicyandiamidgehalt angewendet wurde. Diese Giftwirkung tritt bei den höheren

[1]) Auch LIECHTI und TRUNINGER berichten von 6 Kalkstickstoffsorten, die über 7 % Dicyandiamid enthielten, und stellten Vegetationsversuche mit solchen an. Sie fanden, dass gepulverter Kalkstickstoff in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft in 3 Monaten fast seinen ganzen Cyanamidgehalt in Dicyandiamid verwandelt. (Chemiker-Zeitung Bd. 40, S. 365.)

Kalkstickstoffgaben auch deutlicher hervor. Die Giftwirkung zeigt sich hinsichtlich der Nitrifizierung von Guanol bei der ersten Untersuchung im Januar sehr stark schon bei der schwächsten Kalkstickstoffgabe, viel stärker bei der mittleren Kalkstickstoffgabe, diese Schädigung wird aber bis zur zweiten Untersuchung im März stark ausgeglichen, was bei der stärksten Kalkstickstoffgabe nicht möglich ist. Ohne Guanol (Versuch 6—8), wenn Nitrat nur aus dem Boden und dem Kalkstickstoff entsteht, wirkt die mittlere Kalkstickstoffgabe bis Januar kaum giftiger wie die schwächste und die Nitratbildung steigt in beiden Fällen bis März noch an; die stärkste Kalkstickstoffgabe wirkt bis Januar dagegen viel giftiger und die Nitratbildung nimmt bis März nicht zu. Die Nitratbildung aus den Bodenbestandteilen ist sistiert, denn die Nitratmenge ist im März im Versuch 8 geringer wie im Boden ohne Kalkstickstoff (Versuch I), die Nitratbakterien scheinen also durch den Kalkstickstoff oder das Dicyandiamid ausser Tätigkeit gesetzt zu sein.

Versuchsreihe I.

Nr.	Guanol feucht g	Kalkstickstoff I in mg N	mg Nitratstickstoff in 100 g trocknem Boden		Derselbe aus Guanol nach Abzug des aus Boden u. Kalkstickstoff entstandenen März 1916	% des Guanol-N nitrifiziert
			Januar 1916	März 1916		
I	—	—	0.86	3.72	—	—
II	25	—	20.10	23.41	—	41.1
III	25	50	10.09	24.23	16.73	33.8
IV	25	100	5.03	20.36	13.79	29.2
V	25	200	3.43	3.71	2.38	0
VI	—	50	4.84	7.50	—	—
VII	—	100	4.63	6.57	—	—
VIII	—	200	1.62	1.33	—	—

Ein weiterer Versuch wurde mit dem an Dicyandiamid ärmeren Kalkstickstoff II angestellt. Sandboden aus Nienburg an der Weser wurde mit Guanol und zum Teil mit 50 mg N in Form von Kalkstickstoff II pro Kilogramm Boden, entsprechend also der schwächsten in Versuchsreihe I angewandten Gabe, am 22. Dezember 1915 versetzt und am 10. März 1916 auf Nitrat untersucht. Die für den Versuch benutzten, in Glasflaschen enthaltenen Erdproben standen wie alle in dieser Mitteilung besprochenen Versuchsreihen ständig bei 25—30° C.

Versuchsreihe II.

Guanol pro Kilogramm Boden g	Kalkstickstoff II ausgedrückt in mg N pro Kilogramm Boden	Nitrat-N in 100 g Boden am 10. März 1916 mg
25	—	26.05
5	—	5.88
25	50	25.22
5	50	3.88

Dieser Kalkstickstoff wirkt also auch etwas hemmend auf die Salpeterbildung, aber, wie es schien, entsprechend dem geringern Dicyandiamidgehalt dieser Kalkstickstoffsorte schwächer wie Kalkstickstoff I in Versuchsreihe I.

Um diese Abhängigkeit der Giftwirkung vom Dicyandiamidgehalt des Kalkstickstoffs deutlicher zu zeigen, wurden nun zwei Versuchsreihen über Salpeterbildung aus Wickenheu, Guanol und schwefelsaurem Ammoniak angestellt, in denen vergleichsweise gleiche Mengen Stickstoff in Form von Kalkstickstoff I oder II angewendet wurden.

Versuchsreihe III wurde am 22. März 1916 mit Lehmboden von unserem Versuchsfelde mit 8.79 % Wassergehalt unter Zugabe der gleichen Menge roten Buntsandsteinsandes in derselben Weise wie die andere Reihe angesetzt und auf 13 % Feuchtigkeit gehalten. 50 mg N pro Kilogramm Bodengemisch wurden von je einer der beiden Kalkstickstoffsorten zugesetzt.

Versuchsreihe III.

Nr.	Zusätze pro Kilogramm Boden			mg Nitrat-N in 100 g trocknem Boden am 12. Mai 1916	Zu erwartender Nitrat-N mg	Fehlender Nitrat-N mg
	Wicken g	Guanol g	50 mg N als Kalkstickstoff			
I	—	—	—	1.43	—	—
II	—	25	—	23.47	—	—
III	—	25	I	25.48	28.68	3.20
IV	—	25	II	27.11	30.15	3.04
V	5	—	—	14.41	—	—
VI	5	—	I	11.31	19.62	8.31
VII	5	—	II	14.41	21.09	6.68
VIII	—	—	I	5.21	—	—
IX	—	—	II	6.68	—	—

Die zu erwartenden Nitrat-N-Mengen sind hier in der Weise berechnet, dass z. B. bei Versuch III die in Versuch II und VIII beobachteten Nitrat-N-Mengen addiert sind. Die fehlenden Nitrat-N-Mengen ergeben sich dann durch Subtraktion der beobachteten von der erwarteten Nitrat-Menge in jedem Versuch. Es wird dann also z. B. verglichen die Nitratbildung aus Guanol mit Boden allein und derjenigen aus Boden + Kalkstickstoff mit derjenigen, wo beide Zusätze gleichzeitig im Boden vorhanden waren und also der Kalkstickstoff nicht nur auf die Nitratbildung aus Boden, sondern auch auf die aus Guanol vergiftend wirken konnte.

Die schwächer vergiftende Wirkung des dicyandiamidärmeren Kalkstickstoffs II tritt besonders im Versuch VI und VII mit Wicken deutlich hervor und auch in Versuch VIII und IX, wo der Kalkstickstoff nur auf die Nitratbildung im Boden allein ohne weitern Zusatz wirkte.

Eine weitere Versuchsreihe IV wurde mit Zusatz von Ammonsulfat angestellt, um die Beeinflussung der Nitratbildung aus dieser Quelle bei Zusatz der beiden Kalkstickstoffsorten zu prüfen. Als Grundlage diente Versuchsfeldlehmboden mit $^1/_5$ Buntsandsteinsand.

Von Ammonsulfat wurden 2 g pro Kilogramm Bodengemisch zugesetzt am 9. Juni 1916. Die Nitratbildung wurde am 5. Juli 1916 und 15. August 1916 untersucht. Die Versuche standen wieder in Glasflaschen bei etwa 30° C. Der Wassergehalt des Bodens wurde auf 18 % gehalten.

Versuchsreihe IV.

Nr.	Pro Kilogramm Bodengemisch		mg Nitrat-N pro 100 g trocknem Boden am 5. Juli 1916	Desgl. am 15. August 1916
	Ammonsulfat g	Kalkstickstoff		
I	—	—	1.57	2.215
II	2	—	47.84	47.50
III	—	I = 50 mg N	5.37	6.85
IV	—	II = 50 mg N	6.63	7.55
V	2	I = 50 mg N	17.54	46.74
VI	2	II = 50 mg N	50.10	52.23
VII	—	I = 100 mg N	4.59	9.08
VIII	—	II = 100 mg N	8.61	11.04
IX	2	I = 100 mg N	11.62	22.01
X	2	II = 100 mg N	29.93	52.62

Auch hier tritt schon bei der ersten Untersuchung in den Versuchen ohne Ammonsulfat die stärkere Giftigkeit des Kalkstickstoffs I hervor und zwar bereits bei der schwächeren Kalkstickstoffgabe; beinahe doppelt so stark ist die Nitratbildung aus Boden mit Kalkstickstoff II gegenüber Kalkstickstoff I, wenn 100 mg N in Form dieser Düngemittel zugegeben waren (Versuch VII und VIII). Etwa dreimal so stark ist die Nitratbildung aus Ammonsulfat mit Kalkstickstoff II gegenüber Kalkstickstoff I bei einer Kalkstickstoffgabe = 50 mg N, und ungefähr dasselbe Verhältnis zeigen auch die Nitratausbeuten in Versuch IX und X bei der stärkeren Kalkstickstoffgabe = 100 mg N. Absolut genommen sind in letztgenannten Versuchen die Nitratausbeuten aus Ammonsulfat geringer wie bei den Versuchen 5 und 6 mit schwächeren Kalkstickstoffgaben.

Die zweite Untersuchung am 15. August 1916, also nach einer Versuchsdauer von 9 Wochen, zeigt ebenfalls ein interessantes Bild. In dem mit Ammonsulfat gedüngten Versuch II ohne Kalkstickstoff hat der Nitratgehalt nicht weiter zugenommen, es war also bereits fünf Wochen früher bei der ersten Untersuchung das Ammonsulfat völlig nitrifiziert. In den Versuchen mit Kalkstickstoff aber ohne Ammonsulfat waren bei Zusatz von 50 oder 100 mg N als Kalkstickstoff II mehr Nitrat gebildet wie bei den entsprechenden Mengen Kalkstickstoff I. Die nach Abzug des in Versuch I ohne jede Düngung gebildeten Nitratstickstoffs verbleibenden Mengen zeigen, dass bei Zugabe von 50 mg N als Kalkstickstoff I oder II nach neun Wochen annähernd der ganze Kalkstickstoff-N in Nitrat umgewandelt ist, nicht aber bei Zusatz von 100 mg N als Kalkstickstoff I und auch nicht als Kalkstickstoff II, wenn auch in letzterem Falle mehr Nitrat-N entstanden ist.

Aus nachstehenden Kalkstickstoffmengen entstanden

		pro Kilogramm trockenem Boden mg Nitrat-N
I	50 mg N pro Kilogramm	46.4
II	50 „ „ „ „	53.4
I	100 „ „ „ „	68.7
II	100 „ „ „ „	88.3

Aus 2 g Ammonsulfat pro Kilogramm Boden entstanden nach Zusatz von

Kalkstickstoff I oder II in nachstehenden Mengen	pro Kilogramm Boden mg Nitrat-N
ohne	45.29
I 50 mg N pro Kilogramm	39.89
II 50 „ „ „ „	44.68
I 100 „ „ „ „	12.93
II 100 „ „ „ „	41.58

Diese Zahlen ergeben sich nach Abzug der in den entsprechenden Versuchen ohne Kalkstickstoff gefundenen Nitratmengen. Die Depression der Nitratbildung tritt hier überall hervor, kaum nennenswert bei Kalkstickstoff II in schwächerer Gabe, bei der stärkeren Gabe Kalkstickstoff I weitaus am deutlichsten, viel schwächer bei Kalkstickstoff II stärkere Gabe. Die stärkere Giftigkeit der Kalkstickstoffsorte I ist also auch jetzt noch in die Augen springend.

Diese letztere Versuchsreihe IV zeigt mit besonderer Deutlichkeit, dass in der landwirtschaftlichen Praxis darauf geachtet werden muss, dass nur Kalkstickstoff mit möglichst wenig Dicyandiamid verwendet wird, da sonst die Bildung der für die Pflanzenernährung praktisch wichtigsten Stickstoffverbindung, des Nitrates, sei es aus den sonstigen Stickstoffquellen des Bodens, sei es aus dem Kalkstickstoff, Not leidet, weil das Dicyandiamid nicht nur, wie bekannt, für höhere Pflanzen, sondern auch für die Bodenbakterien giftig ist.

Bislang scheint in der Praxis wenig auf den Dicyandiamidgehalt des Kalkstickstoffs geachtet zu werden, da uns eine Versuchsstation auf Anfrage mitteilt, dass sie bislang nur Gesamtstickstoff-Bestimmungen im Kalkstickstoff auszuführen gehabt habe. In Zukunft sollten also die Versuchsstationen auch das Dicyandiamid der Kalkstickstofflieferungen kontrollieren, wie auch Liechti und Truninger (l. c.) empfehlen. Grössere Dicyandiamidmengen finden sich wahrscheinlich bei feuchter Lagerung des Kalkstickstoffs in diesem Düngemittel.

Die Giftwirkung des Cyanamids hat Kappen[1]) veranlasst, die Harnstoffbildung aus Kalkstickstoff mit Hilfe von Katalysatoren eingehend zu untersuchen und er zeigt, dass dies praktisch sehr wohl durchführbar wäre. Er berechnet, dass eine Fabrik mit Hilfe eines Gefässes von 5 cbm Inhalt schon jährlich 150 Wagenladungen Harnstoff herstellen könnte.

[1]) Habilitationsschrift, Jena 1913, S. 79.

Auf diese Weise könnte also ein sehr viel besserer Stickstoffdünger aus dem jetzt im Kriege für das Stickstoffbedürfnis der Landwirtschaft so wichtigen Kalkstickstoff hergestellt werden. Zu beachten bleibt dabei aber, was bei der Harnstoffbildung aus Cyanamid aus dem etwa schon vorhandenen oder bei der Katalyse entstehenden Dicyandiamid wird, damit dieses nicht nachher die Harnstoffumwandlung in Nitrat stört.

Mitteilung der landw. Versuchsstation Kempen.

Über die Löslichkeit des kohlensauren Kalkes verschiedener Herkunft und Feinheit in kohlensäurehaltigem Wasser in ihrer Beziehung zu Boden und Pflanze.

Von

G. HAGER und J. KERN.

Untersuchungen über die Löslichkeit des kohlensauren Kalkes verschiedener Herkunft und verschiedenen Feinheitsgrades in kohlensäurehaltigem Wasser von wechselndem, bekanntem Gehalt liegen in der Literatur nur vereinzelt vor, trotzdem derartige Feststellungen sowohl für die praktische Anwendung wie vor allem für die theoretische Erklärung der Kalkwirkung durchaus von Interesse sind. Wird doch bekanntlich die stärkere Wirkung der Ätzkalkdüngung gegenüber der des Kalksteines und des Mergels der feineren Verteilung und dem grösseren Feinheitsgrade des durch die Kohlensäure in amorphes Calciumkarbonat umgewandelten Ätzkalkes zugeschrieben.

Man kann wohl mit gutem Recht die Wirkung des Kalkes als eine Funktion seiner Löslichkeit bezeichnen.

Da Verfasser zurzeit mit einer grösseren Untersuchung über die Wirkung des Kalkes auf den Boden und die Umsetzungen des ersteren im Boden beschäftigt ist, erschien auch im Rahmen dieser Arbeit eine diesbezügliche Untersuchung erwünscht.

Dass für die Wirkung des kohlensauren Kalkes der Feinheitsgrad von wesentlicher Bedeutung ist, lehren verschiedene in der Literatur mitgeteilte Vegetationsversuche. So berichtet R. Heinrich[1]) in seiner bekannten Schrift „Mergel und Mergeln“

[1]) S. 29.

über einen Vegetationsversuch mit Erbsen und Luzerne, bei dem der Kalk als Marmor in verschieden feiner Form gegeben wurde. Der Versuch mit Erbsen lässt allerdings teilweise eine genügende Übereinstimmung der Parallelgefässe vermissen.

	Erbsen Körner und Stroh	Luzerne als Nachfrucht
	g	g
Ohne CaO	22.60	0.0
0.5 % Marmor < 0.5 mm . .	48.00	28.9
0.5 „ „ 0.5—1 „ . .	43.30	28.9
0.5 „ „ 1.0—1.5 mm . .	38.80	22.7
0.5 „ „ 1.5—2.0 „ . .	32.00	17.1

Auch v. FEILITZEN[1]) erhielt auf kalkarmem Hochmoorboden einen bedeutend höheren Ertrag durch den feingemahlenen Kalkstein.

	Sanderbse Stroh und Hülsen	Körner
	g	g
Ohne CaO	136.3	34.1
Kalkstein > 2 mm	221.0	61.5
„ 1—2 „	186.7	72.3
„ 0.5—1 mm	233.3	69.7
„ 0.2—0.5 mm . . .	317.9	90.3
„ < 0.2 mm	329.9	122.1

TACKE hat nun aus seinen ähnliche Resultate ergebenden Kalkdüngungsversuchen auch die praktischen Folgen gezogen und ist für eine genügende Mahlung der Kalkdüngemittel eingetreten. Seinen Bemühungen zufolge bringen denn auch verschiedene Kalkwerke Produkte in den Handel, von denen 60 % aus Feinmehl besteht. Der Rest soll die Grösse von 1 mm nicht übersteigen.[2])

Wenn ein Teil der mit Kalkdüngemitteln verschiedenen Feinheitsgrades ausgeführten Versuche eine bessere Wirkung des feineren Produktes nicht erkennen lässt, so spricht diese Beobachtung nicht gegen die obige Feststellung. Einmal eignet sich nicht jede Pflanze für Kalkdüngungsversuche, und dann vor allem müssen die Kalkgaben[3]) gering bemessen werden, um Unterschiede in den Erträgen hervortreten zu lassen. Ist die

[1]) BIEDERMANNS Zentralblatt 1910, S. 588.
[2]) Siehe auch Mitteilungen der D. L.-G. 1916, H. 43, S. 708.
[3]) Mitteilungen der D. L.-G. 1916, H. 37.

Kalkgabe so gehalten, dass bereits das gröbere Produkt dem Bedürfnis der Pflanze und des Bodens Rechnung trägt, wird selbstverständlich der feingemahlene Dünger keinen Mehrertrag mehr bewirken, ja event. bei empfindlicher Pflanze ungünstig wirken.

Dass auch die Einwirkung des Calciumkarbonates auf die physikalischen Eigenschaften in Beziehung zu der Feinheit des verwendeten Materials steht, geht u. a. aus den Versuchen von E. Blanck[1]) hervor. Gemahlener Kalkstein und gefällter kohlensaurer Kalk kamen zur Verwendung. Nur das Verhalten des ersteren bei dem Versuch betreffend den Einfluss auf die Wasserverdunstung lässt sich nicht klar in diesem Sinne deuten.

Eine hier interessierende Feststellung konnte fernerhin Stutzer[2]) machen. Bei der Untersuchung des Säuregehaltes verschiedener Böden fand sich u. a. auch ein Wiesenboden, der 1.14 % Calciumkarbonat enthielt und trotzdem einen Säuregehalt von 0.0139 % (berechnet auf H_2SO_4) aufwies. Dies ist erklärlich, denn der kohlensaure Kalk war in kleinen Muschelstückchen vorhanden. Infolgedessen konnte die Säure wegen der geringen Löslichkeit und ungenügenden Verteilung des Kalkes nicht neutralisiert werden.

Über die Löslichkeit des Calciumkarbonates in kohlensäurehaltigem Wasser liegen nun zwar, wie bereits erwähnt, vereinzelte Angaben in der Literatur vor; doch sind die Versuchsanordnungen meist so, dass die erhaltenen Resultate für die Agrikulturchemie keinen grossen Wert haben. Je nach der Menge, der Temperatur, dem Druck und der angewendeten Menge Calciumkarbonat und dessen Feinheitsgrad geben die Versuche wechselnde Resultate. Auch die Zeit der Einwirkung ist von höchster Bedeutung. P. Ehrenberg[3]) teilt einige Angaben aus der Literatur mit, nach denen Mengen bis zu 3.0 g gelöst werden können. Bei Atmosphärendruck löst gesättigtes kohlensäurehaltiges Wasser 1.4 g pro Liter bei 2.8°, 1.30 g bei 13.2°. Nun hat R. Heinrich[4]) Versuche über die Löslichkeit verschiedener Kalkarten in verdünnter Salzsäure und kohlensäurehaltigem Wasser ausgeführt, nach denen die Löslichkeit der

[1]) Landw. Jahrbücher Bd. XXXVIII, 1909, S. 715.
[2]) Journal für Landwirtschaft Bd. 63, 1915, S. 39.
[3]) Die Bodenkolloide S. 453.
[4]) Mergel und Mergeln 1908, S. 24 und 25.

verwendeten Kalkproben keine erheblichen Abweichungen zeigte. Allerdings sind bei diesen Versuchen nur fein gepulverte Kalkarten verwendet worden. Aber es ist kaum möglich, bei dem harten Marmor und Kalkstein ohne weiteres einen derartigen Feinheitsgrad zu erreichen wie bei der weichen amorphen Kreide. Kontrolliert man die ungefähre Grösse der einzelnen Teilchen unter dem Mikroskop, so findet man, dass die kristallinischen Kalkarten in der Grösse der Teilchen die amorphen erheblich übertreffen. Feinheitsunterschiede werden also bei diesem Versuch auch anzunehmen sein.

Dieses negative Ergebnis hat meines Erachtens seinen Grund in der unzweckmässigen Versuchsanordnung. Von G. HULETT ist festgestellt, dass die Löslichkeit des Gipses durch weitgehende Steigerung der Zerkleinerung um zirka 20 % erhöht werden konnte. Nun kommt aber im allgemeinen wohl für die Bodenverhältnisse weniger die absolute Löslichkeit in Frage, als vielmehr die Lösungsgeschwindigkeit. Der kohlensaure Kalk findet, abgesehen von Wiesen und Weiden, hauptsächlich auf leichteren Böden Verwendung. Dieselben sind nun mehr oder minder stark durchlässig, und die einsickernden Regenmengen werden unter Umständen nur verhältnismässig kurze Zeit in der Ackerkrume auf den Kalk ihre lösenden Einwirkungen ausüben können. Es ist daher sehr fraglich, ob dabei in allen Fällen überhaupt eine vollständige Sättigung an kohlensaurem Kalk erreicht wird. Wohl aber ist anzunehmen, dass das feinere Material infolge der grossen wirksamen Oberfläche in kurzer Zeit in grösserer Menge, ja um ein vielfaches gelöst werden wird, als das nur grob zerkleinerte Kalkdüngemittel. Um nun die Lösungsgeschwindigkeit der verschiedenen Kalkarten zu erhalten, werden die Versuche am besten in der Art anzustellen sein, dass nur geringere Mengen Calciumkarbonat zur Anwendung kommen, und dass die Dauer des Versuches nur kurz bemessen wird. Diesen Verhältnissen tragen aber die Versuche von HEINRICH durchaus nicht Rechnung. Die verwendete 1 %ige Salzsäure ist natürlich für diesen Zweck nicht geeignet. Sie wurde 24 Stunden auf 25 g Calciumkarbonat verschiedener Herkunft einwirken gelassen. Unterschiede in der Löslichkeit stellten sich natürlich nicht heraus. Das ist aber bei der Stärke der Säure, der grossen Menge Kalk und der verhältnismässig langen Einwirkungszeit durchaus erklärlich. Für den zweiten Versuch wurde kohlensäurehaltiges Wasser

benutzt. Es wurde hergestellt, indem mehrere Stunden bei 7.5° C. ein langsamer Strom von CO_2 durch Wasser hindurchgeleitet wurde. 1000 ccm dieser Lösung wurden mit 20 g Calciumkarbonat verschiedener Herkunft, welches fein gepulvert war, 8 Tage stehen gelassen. Nimmt man an, der Kohlensäuregehalt des Wassers habe im Höchstfalle 1.4 g pro Liter betragen, so würde also diese Menge auf 20 g Kalk 8 Tage eingewirkt haben. Die wirksame Oberfläche wird auch bereits bei den härteren und gröberen Kalkarten so gross gewesen sein, dass der Gleichgewichtszustand zwischen Kohlensäure und Kalk bereits vor Abbruch des Versuches eingetreten sein wird. Wesentliche Unterschiede sind demnach in diesem Falle nicht beobachtet worden. Heinrich schliesst aus diesen Versuchen, dass es kaum glaubhaft erscheine, dass sich die verschiedenen, für die Zwecke der Düngung verwendeten Kalkarten in ihrer Wirkung im Boden verschieden verhalten, wenn sie in gleicher Verteilung in den Boden gebracht werden.

Für eine zweckentsprechende Anordnung der Versuche ist die Frage von Bedeutung, welche Mengen Kohlensäure das Bodenwasser ungefähr enthält. Eine Antwort auf diese Frage mit genaueren Angaben ist kaum möglich. Die Grenzen im Gehalt werden sehr weite sein, je nach dem Boden, dem Humus- und Kalkgehalt, der Jahreszeit und anderen Umständen. Die Beständigkeit des Calciumhydrokarbonates ist nun bei höherer Konzentration und Mangel an freier Kohlensäure eine geringe. Nach Treadwell und Reuter besteht Calciumhydrokarbonat als solches in wässriger Lösung bei 15° C. und normalem Barometerstand, und es beträgt seine Konzentration 385 mg pro Liter = 238 mg $CaCO_3$. In welcher Weise sich Lösungen des Bikarbonates zersetzen, zeigen die folgenden Zahlen. 200 ccm jeder Lösung wurden in einem 300 ccm fassenden Erlenmeyerkölbchen 15 Tage bei 16—18° C. stehen gelassen, und dann die noch in Lösung befindlichen Mengen Calciumkarbonat bestimmt.

	Gehalt an $CaCO_3$ vor dem Versuch	nach 15tägigem Stehen
1.	0.2736 g $CaCO_3$ = 1.368 g pro Liter	0.0457 g = 0.2285 g $CaCO_3$ pro Liter
2.	0.1368 „ „ = 0.684 „ „ „	0.0313 „ = 0.1565 „ „ „ „
3.	0.0684 „ „ = 0.342 „ „ „	0.0242 „ = 0.1215 „ „ „ „
4.	0.0342 „ „ = 0.171 „ „ „	0.0232 „ = 0.1160 „ „ „ „

Da der Kohlensäuregehalt in jedem Boden Schwankungen unterworfen ist, wird je nach dem Gehalt, Temperatur usw. ein

Ausscheiden und Wiederauflösen des Calciumkarbonates erfolgen. Der durchschnittliche Gehalt an CO_2 der Luft im Ackerboden beträgt rund 0.3 %. Der Partialdruck kann also nicht gross sein, und es könnte in der Ackerkrume der Gehalt der Bodenlösung nicht erheblich sein, sofern nicht noch andere Umstände von Einfluss sind. Hier wäre vor allem an die spezifische Oberfläche der Bodenkolloide zu denken. So adsorbiert Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat erhebliche Mengen Kohlensäure. Mischt man Eisenoxydhydrat[1]), das der Luft ausgesetzt war, mit Kalkkarbonat und befeuchtet die Mischung, so enthält die Flüssigkeit reichlich Kalk in Lösung. Kalkhaltige Böden der Luft ausgesetzt und dann benetzt, geben kalkhaltige Lösungen; schliesst man denselben Boden von der Luft ab, so geht kein Kalk in Lösung. Vom Boden wird die Bodenluft nach Menge und Eigenschaft der einzelnen Gasarten adsorbiert. Von DÖBRICH[1]) wurden folgende Zahlen gefunden:

	100 g Boden gaben Gas ccm	100 ccm Boden gaben Gas ccm	100 Volumen des Gases bestanden aus		
			Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
1. Sandmoorboden .	19.80	26.3	17.49	16.34	66.17
2. Sandboden . . .	30.20	40.2	18.15	11.44	70.41
3. Gartenerde . . .	49.80	68.9	39.47	11.90	48.68
4. Kalkboden Nr. 1 .	37.90	54.7	45.33	7.67	47.00
5. „ „ 2 .	44.85	68.0	61.03	6.46	32.51
6. Tonboden Nr. 1 .	27.10	38.6	2.33	17.14	80.53
7. „ „ 2 .	35.50	44.9	20.44	11.58	69.98

Eine Erhöhung der Aufnahmefähigkeit für CO_2 tritt fernerhin dadurch ein, dass bei Gegenwart fein verteilten überschüssigen Calciumkarbonates das Gas wenigstens bei geringer Konzentration durch den Kalk als Bikarbonat gebunden wird und so der Gasdruck der Bodenlösung herabgesetzt wird. Dadurch wird der Gleichgewichtszustand zwischen dem Gas in der Bodenluft und dem Wasser gestört, das letztere nimmt eine weitere Menge Kohlensäure auf, die wieder als Hydrokarbonat gebunden wird. Je nach den Mengenverhältnissen der reagierenden Körper und der Dauer der Einwirkung usw. werden nicht unwesentliche Mengen Kalk in Lösung gehen. Je mehr Calciumkarbonat im Boden vorhanden ist, desto schneller und vollständiger wird die Kohlensäure an Kalk gebunden werden.

[1]) RAMANN, Bodenkunde 1911, S. 381.

Der Gehalt der Bodenluft an CO_2 nimmt nun nach den übereinstimmenden Untersuchungsergebnissen mit der Tiefe zu. Es wird deshalb das von unten aufsteigende Wasser erheblichere Kohlensäuremengen enthalten, die, falls noch nicht mit Kalk gesättigt, ebenfalls lösend wirken werden.

Ich möchte annehmen, dass der Gehalt des Bodenwassers an freier und halbgebundener Kohlensäure in der Ackerkrume 150—200 mg pro Liter selbst unter günstigsten Verhältnissen nicht übersteigt. Aus diesem Grunde haben wir bei unseren Versuchen einen Gehalt bis zu ungefähr 200 mg angenommen und Lösungen mit steigenden Mengen Gas bis zu dieser Grenze verwendet.

Ausgeführte Versuche.

Folgende Kalkarten wurden benutzt: 1. harter belgischer Marmor; 2. feinkristallinischer Kalkstein; 3. Kreide; 4. gefällter kohlensaurer Kalk; 5. künstlich hergestellter Aragonit, durch Fällen einer heissen Lösung von Calciumchlorid mit einer ebenfalls siedenden Lösung von Natriumkarbonat erhalten. (Dass auch tatsächlich das so erhaltene Karbonat Aragonit war, ergab die mikroskopische Untersuchung. Die Meigensche Reaktion mit Kobaltnitratlösung hatte ebenfalls ein positives Ergebnis. Man begründet bekanntlich diese Reaktion mit der grösseren Löslichkeit und Reaktionsfähigkeit des Aragonits gegenüber dem Kalkspat.)

Für die Lösungsversuche wurden einmal die Anteile zwischen 1.0 und 0.5 mm und die unter 0.5 mm benutzt. Da es, wie bereits früher mitgeteilt ist, kaum möglich ist, durch Vermahlen und Absieben eine ungefähre gleiche Grösse der einzelnen Teilchen bei so verschiedenem harten Material wie z. B. dem Marmor und der Kreide zu erreichen, sagt die Trennung durch Siebe nichts über die Grösse der einzelnen Teilchen aus. Es wurde deshalb mikroskopisch noch die Grösse der Teilchen der einzelnen Proben festgestellt. Danach waren die Grössenverhältnisse bei den verschiedenen Kalkarten die folgenden:

1. Marmor 0.5—1 mm: Teilchen unter 0.04 mm nur spärlich vorhanden. Unter Vernachlässigung dieser ergibt sich eine durchschnittliche Grösse der Teilchen von 0.628 mm.
2. Kalkstein 0.5—1 mm: Körner unter 0.04 mm zahlreicher wie bei 1. Unter Vernachlässigung dieser ergibt sich eine Durchschnittsgrösse von 0.259 mm.

3. Kreide 0.5—1 mm: Teilchen unter 0.04 mm sehr zahlreich. Unter Vernachlässigung dieser immerhin nicht unerheblichen Mengen beträgt der Durchschnitt 0.479 mm.
4. Marmor < 0.5 mm: Von 100 Teilchen sind
   98.47 % < 0.024 mm
   1.43 „ 0.024—0.1 mm
   0.06 „ 0.1—0.3 mm
   0.04 „ 0.3—0.5 mm.
5. Kalkstein < 0.5 mm: Von 100 Teilchen sind
   99.66 % < 0.024 mm
   0.28 „ 0.024—0.1 mm
   0.05 „ 0.1—0.3 mm
   0.01 „ 0.3—0.5 mm.
   Durchschnittliche Grösse aller Klümpchen und Teilchen 0.0062 mm, der Einzelteilchen 0.003 mm (0.0065—0.0008 mm).
6. Kreide < 0.5 mm: Von 100 Teilchen sind
   99.71 % < 0.024 mm
   0.24 „ 0.024—0.1 mm
   0.03 „ 0.1—0.3 mm
   0.02 „ 0.3—0.5 mm.
   Durchschnittliche Grösse aller Klümpchen und Teilchen 0.0054 mm, der Einzelteilchen 0.0025 mm (0.0035—0.0007 mm).
7. Gefällter kohlensaurer Kalk. Durchschnittliche Grösse der aus einzelnen Stückchen zusammenhaftenden Klümpchen und der Einzelteilchen 0.0207 mm, die der Einzelkristalle 0.0049 mm (0.011—0.001 mm).
8. Aragonit. Die nicht stäbchenförmigen Kristalle sind im Durchschnitt 0.001 mm (0.0015—0.0005 mm) gross. Die Stäbchen sind höchstens 0.0052 mm lang und 0.0008 mm breit.

Selbstverständlich sind die Proben auf die chemische Zusammensetzung hin untersucht. Sie bestanden zu 100 % aus kohlensaurem Kalk.

Die Versuche wurden nun in folgender Weise ausgeführt: Kohlensäurehaltiges Wasser mit einem ungefähren Gehalt von 0.6—1 g Kohlensäure pro Liter wurde hergestellt und dessen Gehalt an Gas festgestellt. Zu diesem Zwecke wurden 50 ccm mit einem Überschuss von titriertem Barythydrat versetzt, und der Überschuss mit $^1/_{10}$-n. HCl unter Anwendung von Phenolphthalein als Indikator zurücktitriert. Es ist nun nicht möglich, unter Zugrundelegung des gefundenen Wertes durch Verdünnen

mit Wasser Lösungen von jedem gewünschten Gehalt an Kohlensäure herzustellen, weil bei dem Umgiessen, Durchschütteln usw. ganz erhebliche Verluste an Kohlensäure eintreten, die je nach der Konzentration bis 50 % und mehr betragen. Es wurde deshalb so verfahren, dass zur Herstellung eines Wassers mit einem ungefähr gewünschten Gehalt 50—75 % mehr an kohlensäurehaltigem Wasser zugesetzt wurde. Dann erfolgte in der verdünnten Lösung die genaue Feststellung der Kohlensäuremengen. Zu diesem Zwecke wurden jedesmal bei einem Bedarf von 4 l Wasser ungefähr 7 l in einer grossen Flasche hergestellt und mit einem bis auf den Boden reichenden Heber dann sofort 1000 ccm in einen 1 l-Messkolben abgehebert, die zu der ersten Kohlensäurebestimmung benutzt wurden. Dann folgte die Füllung der 500 ccm fassenden Schüttelflaschen, in die vorher 1 g Calciumkarbonat hineingegeben war, und zuletzt wurden noch 1000 ccm für die zweite Kohlensäurebestimmung in einen Messkolben abgehebert, der sofort verschlossen bis zur Ausführung der Analyse kaltgestellt wurde. Die noch in der Vorratsflasche vorhandenen 3 Liter wurden nicht weiter benutzt, da der Kohlensäuregehalt infolge Verflüchtigung in diesen geringer war. War der Gasgehalt beider Wasserproben durch die Analyse als gleich gross festgestellt, konnte mit grösster Sicherheit angenommen werden, dass der Gehalt des für den betreffenden Versuch verwendeten Wassers in sämtlichen Schüttelflaschen der gleiche war. Bis zu 200 mg Kohlensäure im Liter liessen auf diese Weise die Versuche sich glatt durchführen. Bei grösseren Mengen Gas muss die Temperatur des Wassers tief gehalten werden und die Füllung möglichst schnell erfolgen, andernfalls wird der Versuch unbrauchbar, weil die zuletzt gefüllten Flaschen bereits einen erheblich geringeren Kohlensäuregehalt aufweisen als die zuerst gefüllten. Bei mehr als 300 mg Gas ist eine genügende Übereinstimmung der beiden Untersuchungsproben bei dieser Arbeitsweise mit Sicherheit nicht mehr zu erwarten. Die Bestimmung der Kohlensäure in den je 1000 ccm betragenden Untersuchungsproben erfolgte derart, dass die Kohlensäure durch längeres Kochen ausgetrieben und in Vorlagen, die mit Barythydratlösung beschickt waren, aufgefangen wurde. Von den drei miteinander verbundenen Vorlagen waren die ersten beiden Erlenmeyer-Kölbchen von 300 ccm Inhalt, die dritte bestand aus einem Absorptions-Kölbchen gleichen Inhalts

und Form, an das seitlich am Boden ein Kugelrohr angeschmolzen war. Es war dies letztere Gefäss nur sicherheitshalber noch eingeschaltet; die Kohlensäure wurde restlos im ersten und zweiten Gefäss zurückgehalten. Das Austreiben des Gases erfolgte in einem 2 Liter fassenden Kolben aus Jenaer Glas. Der übergehende Wasserdampf und die Kohlensäure passierten einen senkrecht stehenden kleinen Kühler, mit dem unten das erste Kölbchen verbunden war. Vor dem Einfüllen des zu untersuchenden Wassers wurde natürlich der ganze Apparat kohlensäurefrei gemacht. War die gesamte Kohlensäure in die Vorlagen übergegangen — einige Tropfen Rosolsäure im Destillationskolben zeigten durch den Farbenumschlag von gelb nach rot den Endpunkt an —, so wurde der Inhalt des zweiten Erlenmeyers quantitativ mit dem des ersten vereinigt und dieser an einen Kohlensäure-Bestimmungsapparat nach FRESENIUS-CLASSEN[1]) gehängt. Die Bestimmung erfolgte dann in der bekannten Weise durch Zersetzen des Bariumkarbonates mit Salzsäure und Adsorption des vom Wasser befreiten Kohlensäuregases in 2 gewogenen Natronkalkröhren. Dieses Arbeitsverfahren erscheint etwas umständlich, gestattete aber zur Bestimmung 1000 ccm des Wassers zu verwenden und so eine grosse Genauigkeit der Analysenresultate zu erzielen. So ergaben einige Kontrolluntersuchungen mit Lösungen von bekanntem Gehalt eine vorzügliche Übereinstimmung mit dem theoretischen Gehalt. Als kohlensäurehaltige Lösung wurde solche von Natriumkarbonat verwendet. Durch Zusatz einiger Tropfen Schwefelsäure wurde das Karbonat zersetzt, durch Kochen die Kohlensäure ausgetrieben und in den Vorlagen aufgefangen; dann wurde in der angegebenen Weise weiterverfahren.

	Vorhanden	Gefunden	
I. . . .	47.8 mg CO_2	47.3 mg CO_2	im Mittel von 3 Bestimmungen.
II. . . .	100.0 „ „	99.7 „ „	

Die Genauigkeit der Methode lässt also nichts zu wünschen übrig!

Für die Löslichkeitsbestimmungen wurden je 1 g Substanz und 500 ccm kohlensäurehaltiges Wasser verwendet. Das Schütteln der Lösung in den STOHMANNschen Flaschen erfolgte mit Hilfe der für die Untersuchung der Thomasmehle üblichen

[1]) TREADWELL, Anal. Chemie II, 1907, S. 286.

Apparate. Die zu einer Versuchsreihe gehörigen Flaschen wurden stets in demselben Apparat gleichzeitig geschüttelt, um dieselben Versuchsbedingungen zu erzielen.

Für den ersten Versuch wurde die Schüttelzeit auf $^1/_4$ Stunde festgesetzt. Dann wurde sofort filtriert und in aliquoten Teilen (200 ccm) der Kalk in der Weise bestimmt, dass in einem Erlenmeyerkolben die Kalklösung mit überschüssiger $^1/_{20}$-n. Salzsäure versetzt wurde, die Kohlensäure durch vorsichtiges kürzeres Kochen verjagt, und nach dem Erkalten die überschüssige Säure mit $^1/_{20}$-n. Lauge mit Methylorange als Indikator zurücktitriert wurde. Sämtliche Versuche sind doppelt ausgeführt und die Titrationen, um die Sicherheit der Analysenresultate möglichst zu erhöhen, von uns mit verschiedenen Säuren und Laugen unabhängig voneinander ausgeführt worden.

Das Resultat der Untersuchungen ergibt sich aus nachstehender Tabelle.

Schüttelzeit $^1/_4$ Stunde.

Calciumkarbonat gelöst pro 1000 ccm in Milligramm.

Kohlensäuregehalt des Wassers pro 1000 ccm	I. 30.0 mg $t = 18°$	II. 49.0 mg $t = 18°$	III. 120.0 mg $t = 17.5°$	IV. 220.0 mg $t = 16.5°$
1. Marmor 0.5—1 mm . .	16.0	13.7	23.0	23.2
2. „ < 0.5 mm . .	60.4	66.8	79.7	101.9
3. Kalkstein 0.5—1 mm .	54.3	56.8	69.2	80.1
4. „ < 0.5 mm .	76.3	100.4	149.9	187.3
5. Kreide < 0.5 mm . .	82.7	105.4	209.6	289.0
6. Gefällter Kalk	73.7	82.0	116.0	155.2
7. Aragonit	83.76	110.2	244.8	363.0

Die Prüfung der Lösung mit Rosolsäure ergab stets bei den Proben 1, 3, 2 grosse Mengen von freier Kohlensäure.

Die ungebundenen Mengen dieses Gases steigen bei allen Proben mit zunehmendem Gehalt an Kohlensäure an. Bei den Versuchen mit 30 und 49 mg CO_2 pro Liter waren beim Aragonit nur noch sehr geringe Mengen freier Kohlensäure feststellbar; dagegen beim Versuch IV (220 mg) war der Gehalt selbst beim löslichen Aragonit nicht ganz unerheblich. Wie die Zahlen ohne weiteres zeigen, ist die Lösungsgeschwindigkeit eine ausserordentlich verschiedene. Sie steht natürlich in engster Beziehung zu dem Feinheitsgrade der Kalkarten. Die Löslichkeit des

groben Marmors ist eine sehr geringe und steigt mit zunehmendem Kohlensäuregehalt kaum an. Die grösste Löslichkeit zeigt der Aragonit. Es folgt dann die Kreide. Auffallend erscheint die höhere Löslichkeit des feinen Kalksteins gegenüber dem gefällten Kalk. Allgemein pflegt man bekanntlich das Gegenteil anzunehmen in der Voraussetzung, dass der Feinheitsgrad des gefällten Karbonates ein grösserer sei, als der des gemahlenen Kalksteines. Vergleicht man aber die erhaltenen Lösungsresultate mit den mikroskopisch festgestellten Grössenverhältnissen der Kalkproben, so sieht man, dass der Kalkstein merkwürdigerweise von grösserer Feinheit als der gefällte Kalk war, und dass damit die grössere Löslichkeit des ersteren eine befriedigende Erklärung findet. Das Resultat lehrt, dass bei allen Versuchen über die Löslichkeit eines Stoffes die tatsächliche Durchschnittsgrösse der Einzelteilchen der zu vergleichenden Proben auch mikroskopisch festgestellt werden muss. Es darf selbstverständlich aus dem obigen Befund nicht geschlossen werden, dass der gefällte kohlensaure Kalk nun stets den gefundenen Feinheitsgrad haben muss. Sicherlich werden andere Präparate, je nach den Fällungsbedingungen, wechselnde Grössen der Teilchen aufweisen. Ähnliches gilt vom Kalkstein!

Bei der folgenden Versuchsreihe wurden die Flaschen, die in gleicher Weise gefüllt waren, an je 2 Tagen je 2 Stunden geschüttelt und nach zweitägigem Stehen untersucht. An dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, dass der Satz, dass Calciumkarbonatsuspensionen infolge der ausflockenden Wirkung des in Lösung gegangenen Calciumions sich schnell absetzen, unter Umständen begrenzte Gültigkeit hat.[1]) So hatte sich die Kreide in den Lösungen mit bis zu 100 mg CO_2 trotz recht hohen Gehaltes an $CaH_2(CO_3)_2$ nach 4—5tägigem Stehen nicht abgesetzt. Eine feine Trübung blieb bestehen. Der Schwellenwert ist bekanntlich keine feststehende Grösse, sondern steht in enger Beziehung zu der Teilchengrösse des suspendierten Stoffes. Je kleiner diese Teilchen sind, desto höher liegt der Schwellenwert und umgekehrt.

Das Resultat dieser Schüttelversuche war das folgende:

---

[1]) PUCHNER, Landwirtschaftliche Versuchs-Stationen Bd. 70, 1909, S. 252 u. f.

Calciumkarbonat gelöst pro 1000 ccm in Milligramm.

Kohlensäuregehalt des Wassers pro Liter	11.0 mg t = 19°	30.4 mg t = 18°	39.2 mg t = 18°	76.0 mg t = 18°
1. Marmor 0.5—1 mm	29.86	50.62	53.22	70.1
2. „ < 0.5 „	30.69	77.08	99.57	174.6
3. Kalkstein 0.5—1 mm	29.71	75.80	95.52	151.3
4. „ < 0.5 „	30.69	76.00	103.53	187.3
5. Kreide 0.5—1 mm	30.57	83.40? Lösung trüb	104.18	185.8
6. „ < 0.5 „	31.52	80.80	106.23	188.3
7. Gefällter kohlensaurer Kalk .	32.00	76.46	98.74	176.9

Kohlensäuregehalt des Wassers pro Liter	97.3 mg t = 15°	173 mg t = 20°	198 mg t = 16°
1. Marmor 0.5—1 mm	69.0	103.5	102.0
2. „ < 0.5 „	192.0	256.9	268.8
3. Kalkstein 0.5—1 mm	150.0	196.2	189.3
4. „ < 0.5 „	204.9	274.8	288.3
5. Kreide 0.5—1 mm	Lösung trüb	284.7	308.0
6. „ < 0.5 „	209.5	285.0	317.5
7. Gefällter kohlensaurer Kalk .	204.0	289.0	316.2

Der Aragonit war bei diesen Versuchen nicht mit verwendet worden. Um ihn aber auch mit zum Vergleich heranzuziehen, ist noch ein ergänzender Versuch ausgeführt worden, den ich später mitteilen werde.

Die obigen Zahlen zeigen, dass die Unterschiede in der Löslichkeit nicht mehr so erheblich sind, wie bei der kurzen Schütteldauer. Die feineren Proben weichen bei niedrigerem Kohlensäuregehalt in ihrer Löslichkeit verhältnismässig wenig voneinander ab. Mit steigenden Gasmengen werden die Differenzen grösser. Aber auch dieser Versuch lehrt ohne weiteres, dass eine gröbere Beschaffenheit der Kalkarten die Löslichkeit bezw. Lösungsgeschwindigkeit ausserordentlich herabsetzt. Wenn die Resultate mit der groben Kreide ein anderes Ergebnis zeigten, so liegt diese Abweichung daran, dass die Teilchen der weichen Kreide sich aus kleinen Krümeln zusammensetzen. Beim Schütteln erfolgt dann zu einem erheblichen Teil eine Auflösung und Verteilung der Krümel, wodurch der Feinheitsgrad heraufgesetzt und damit die Löslichkeit erhöht wurde. Während bei dem Versuch von $^1/_4$ Stunde Schüttelzeit der feine Kalkstein den gefällten kohlensauren Kalk in der

Löslichkeit übertraf, überholt bei diesem Versuch der letztere den Kalkstein von einem Gehalt von 100 mg Kohlensäure an. Eine Erklärung für diesen Befund kann ich nicht angeben.

Um den Aragonit in seiner Löslichkeit auch bei längerer Schüttelzeit vergleichen zu können, wurde noch ein ergänzender Versuch mit Aragonit, gefälltem Kalk und feinem Marmor ausgeführt ($t = 19^0$):

Kohlensäuregehalt 153.4 mg pro Liter.

	Aragonit	Gefällter kohlensaurer Kalk	Marmor < 0.5 mm
Schütteldauer $^1/_4$ Stunde	287.0 mg	129 mg	91.9 mg
2mal je 2 Stunden, dann 2 Tage stehen gelassen, $t = 17—20^0$.	296.6 „	258 „	230.0 „

Man ersieht aus diesem Versuch, dass die Menge an gelöstem Calciumkarbonat beim Aragonit durch längeres Schütteln kaum noch erhöht wird, dagegen bei dem gefällten Kalk und dem feinen Marmor eine wesentliche Vermehrung erfährt, die Lösungsgeschwindigkeit mithin erheblich geringer ist.

Um noch zu erfahren, wie grosse Mengen der verschiedenen Kalkarten bei langem Einwirken der Kohlensäure gelöst werden, wurden wiederum je 1 g Substanz mit 500 ccm kohlensäurehaltigem Wasser 14 Tage je 1 Stunde bei Zimmertemperatur geschüttelt.

CO_2-Gehalt des Wassers 109.9 mg pro Liter.

	Calciumkarbonat pro Liter in Milligramm
1. Marmor 0.5—1 mm	177.5
2. „ < 0.5 „	207.0
3. Kalkstein 0.5—1 mm	194.7
4. „ < 0.5 „	212.9
5. Kreide 0.5—1 mm	214.5
6. „ < 0.5 „	215.2
7. Gefällter kohlensaurer Kalk	216.0
8. Aragonit	230.4

Die Differenzen in den gelösten Kalkmengen sind, wie zu erwarten war, noch geringer geworden. Der Aragonit steht wiederum an erster Stelle. Bei dem feinen Marmor, feinen Kalkstein, den beiden Kreideproben und dem gefällten Kalk ist kein wesentlicher Unterschied mehr festzustellen. Es folgt dann der grobe Kalkstein und zuletzt der grobe Marmor.

Ordnet man die Kalkproben nach der Grösse der Teilchen, wie sie durch die mikroskopische Untersuchung festgestellt ist, und fügt die bei den Versuchen gelösten Kalkmengen ein, so ergibt sich die Abhängigkeit der Lösungsgeschwindigkeit von dem Feinheitsgrade und der Oberflächenwirkung der Kalkproben.

Kalkproben, der Grösse nach geordnet	1. Marmor grob	2. Kalkstein grob	3. Marmor fein	4. Gefällter kohlens. Kalk
I. Calciumkarbonat gelöst pro Liter, $CO_2 = 30$ mg . . .	16.0 mg	54.3 mg	60.4 mg	73.7 mg
II. Ebenso, „ = 49 „ . . .	13.7 „	56.8 „	66.8 „	82.0 „
III. „ „ = 120 „ . . .	23.0 „	69.2 „	79.7 „	116.0 „
IV. „ „ = 220 „ . . .	23.2 „	80.1 „	101.9 „	155.2 „

Kalkproben, der Grösse nach geordnet	5. Kalkstein fein	6. Kreide fein	7. Aragonit
I. Calciumkarbonat gelöst pro Liter, $CO_2 = 30$ mg . . .	76.3 mg	82.7 mg	83.76 mg
II. Ebenso, „ = 49 „ . . .	100.4 „	105.4 „	110.2 „
III. „ „ = 120 „ . . .	149.9 „	209.6 „	244.8 „
IV. „ „ = 220 „ . . .	187.3 „	289.0 „	363.0 „

In dieser Tabelle sind die Resultate der Versuche von $^1/_4$ Stunde Schüttelzeit aufgenommen, weil bei diesen die Unterschiede am stärksten hervortreten.

Die schnellere und intensivere Wirkung des Ätzkalkes gegenüber dem Kalkstein führt man, wie bereits oben erwähnt, auf die feine Beschaffenheit und die günstige Verteilung des im Boden gebildeten Karbonates zurück. Belege für eine Bestätigung dieser Anschauung sind natürlich nicht ganz leicht zu erbringen, da die experimentelle Feststellung der Löslichkeit des im Boden gebildeten Karbonates nicht ganz einfach sich gestaltet. Versuche in dieser Richtung sind bereits in Angriff genommen, und es wird späterhin darüber berichtet werden.

Um wenigstens Zahlen über die Löslichkeit eines kohlensauren Kalkes zu erhalten, der unter ähnlichen Verhältnissen entstanden ist wie der im Boden, wurde folgender Versuch ausgeführt: Reinster geglühter Quarzsand in einer Grösse von ungefähr 1—3 mm wurde durch 24stündiges Behandeln mit 39 %iger rauchender Salzsäure von den löslichen Kalkverbindungen befreit und durch sorgfältiges Waschen und Dekantieren mit destilliertem Wasser bis zum vollständigen Verschwinden der Chlorreaktion gereinigt. Zu 400 g dieses getrockneten Quarzes wurden dann 2 g geglühten und noch heiss staubfein gemahlenen reinen Ätzkalkes in einer Porzellanschale gegeben, und unter Durchmischen aus einer Spritzflasche so viel Wasser zugefügt, dass der Sand feucht erschien, ohne aber überschüssiges Wasser ablaufen zu lassen. Dieses Gemisch wurde sodann in einen Glaszylinder von ungefähr 5 cm Weite gefüllt, der durch ein Ansatzrohr und eine Siebeinlage gestattete, durch den Sand Kohlensäuregas zu leiten. Der Gasstrom wurde so lange einwirken gelassen, bis eine Untersuchung ergab, dass das Calciumhydroxyd in das Karbonat umgewandelt war. Es waren dazu ungefähr 10—13 Stunden erforderlich. Die Prüfung erfolgte in der Weise, dass in 50 g des Sand-Kalkgemisches nach dem Trocknen der Kohlensäure- und Kalkgehalt bestimmt wurde. Es wurden gefunden 0.1523 g CO_2 und 0.203 g CaO; der gefundenen Menge Kohlensäure entsprechen aber 0.194 g Kalk, so dass 0.203 — 0.194 g = 9 mg Kalk in anders gebundener Form noch vorhanden waren. Ich möchte annehmen, dass der Quarzsand geringe Mengen nicht indifferenter Kieselsäure enthielt und dass diese den kleinen Rest des Kalkes gebunden hat. Eine wesentliche Beeinträchtigung des Resultates der Löslichkeit dadurch ist aber nicht anzunehmen. Das lufttrockene Gemisch wurde dann auf die Löslichkeit des Calciumkarbonates hin untersucht. Zum Vergleich dienten Quarzsandproben, die mit verschiedenen Kalkarten in gleichen Mengenverhältnissen gemischt waren. Die sonstige Versuchsanordnung war die gleiche wie früher. Die mikroskopische Messung des abgeschlämmten Kalkes ergab: Die Durchschnittsgrösse von Einzelstückchen und Klümpchen war 0.0076 mm, die der Einzelstückchen 0.0013 mm; die grössten waren etwa 0.003 mm, die kleinsten 0.0008 mm gross. Grössere Körner bis zu einer Grösse von 0.069 mm wurden vorgefunden. Eine ausgesprochene kristallinische Struktur war nicht feststellbar.

I. Versuch.

Schüttelzeit 2 mal je 2 Stunden, dann 2 Tage stehen gelassen.

0.0662 g CO_2 pro Liter, $t = 18^0$.

	Calciumkarbonat gelöst pro Liter		
	I.	II.	Mittel
1. Ätzkalk, umgewandelt in $CaCO_3$ . .	148 mg	142 mg	145.0 mg.
2. Gefällter kohlensaurer Kalk	157 „	152 „	154.5 „

II. Versuch.

Schüttelzeit $^1/_4$ Stunde.

0.1534 g CO_2 pro Liter, $t = 15^0$.

	Calciumkarbonat gelöst pro Liter
1. Ätzkalk, umgewandelt in $CaCO_3$.	285.6 mg.
2. Gefällter kohlensaurer Kalk . . .	204.8 „

III. Versuch.

0.097 g CO_2 pro Liter, $t = 15^0$.

	Calciumkarbonat gelöst pro Liter mg		
1. Ätzkalk, umgewandelt in $CaCO_3$.	183.9 181.1	182.5	Schüttelzeit 10 Minuten.
2. Aragonit	201.6 198.2	199.9	
3. Ätzkalk, umgewandelt in $CaCO_3$.	187.7 184.0	185.9	Schüttelzeit 15 Minuten.
4. Aragonit	203.4 198.3	200.9	

Demnach steht in der Lösungsgeschwindigkeit der umgewandelte Ätzkalk dem Aragonit nur wenig nach und ist daher als leichtlöslich zu bezeichnen.

Fassen wir die Resultate der Versuche noch einmal kurz zusammen, so ergibt sich ungefähr folgendes:

Der Feinheitsgrad der verwendeten Kalkarten ist von ausschlaggebender Bedeutung, sowohl für die Löslichkeit, wie aber ganz besonders für die Lösungsgeschwindigkeit.

Je kürzer die Einwirkungszeit, um so erheblicher sind die Unterschiede. Ebenso sind die Kohlensäuremengen von grossem Einfluss. Mit steigendem Gehalt nehmen die Unterschiede in den gelösten Kalkmengen mehr und mehr zu.

Die Versuche zeigen in ihrer Gesamtheit, dass für eine schnelle Lösung des Calciumkarbonates durch kohlensäurehaltiges Wasser ein gewisser Feinheitsgrad unerlässlich ist. Es ist auf Grund der gewonnenen Resultate wohl mit Recht anzunehmen, dass die Sättigung des Bodenwassers nach Niederschlägen an Calciumkarbonat je nach der gröberen oder feineren Beschaffenheit desselben verschieden schnell erreicht wird. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass die beobachtete bessere Wirkung der feingemahlenen Kalkproben auf Boden und Pflanze, abgesehen von der erreichbaren günstigeren Verteilung, hiermit in enger Beziehung steht.

Mitteilung aus dem agrikultur-chemischen Institute der Universität Göttingen.

„Magnesia".

(Eine Ergänzung der Ausführungen von A. Stutzer über dieses Thema in der Illustrierten landwirtschaftlichen Zeitung 1916, Seite 649.)

Von

OTTO NOLTE-Göttingen.

In der im Titel bezeichneten Abhandlung macht A. Stutzer auf die Bedeutung der Magnesia und des Kalkfaktors für die Pflanze aufmerksam, indem er besonders auf eine als Dissertation erschienene Arbeit von Dr. D. Warthiadi hinweist.

Mit einem grossen Teil dieser Abhandlung kann man sich durchaus einverstanden erklären; einige Stellen fordern aber eine Ergänzung, um Missverständnisse zu vermeiden.

Schon lange hatte man die Unentbehrlichkeit des Magnesiums für die Pflanze erkannt, es ist aber das unbestreitbare Verdienst von R. Willstätter, nachgewiesen zu haben, dass diese Unentbehrlichkeit des Elementes zum Teil darauf zurückzuführen sei, dass das Chlorophyll eine magnesiumorganische Verbindung mit ungefähr 3 % Magnesium darstelle.[1]) Des weiteren hatte schon J. v. Liebig[2]) gezeigt, dass das Metall sich besonders in den reifen Samen der Pflanzen anreichere; Stutzer selbst führt neuere Untersuchungen von W. Schneidewind an, welche dieselbe Tatsache zeigen,[3]) dasselbe kann man

[1]) R. Willstätter und A. Stoll, Untersuchungen über das Chlorophyll, 1913. Annalen der Chemie Bd. 358, S. 267.

[2]) J. v. Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie, 1842.

[3]) 7. Bericht über die Versuchswirtschaft Lauchstädt, 1910, S. 78.

auch aus E. v. WOLFFS Aschenanalysen ersehen.[1]) Auch günstige Erfolge einer Magnesiagabe sind gelegentlich beobachtet worden, man könnte eine ganze Reihe von Versuchen anführen, die derartiges erkennen lassen,[2]) von namhaften Forschern angestellt worden sind und sich schon zum Teil in der älteren Literatur finden.

Dagegen lässt sich aber auch nicht bestreiten, dass eine reiche Magnesiadüngung häufig eher geschadet als genützt hat.[3]) Besonders als die magnesiareichen Karnallite zuerst auf dem Düngermarkte erschienen, wurde der Grund häufiger Schädigungen dem Gehalte dieser Salze an Magnesia zugeschrieben,[4]) so dass die Kaliwerke sich seinerzeit genötigt glaubten, das Magnesiumchlorid durch Erhitzen unschädlich zu machen, ohne indessen den gewünschten Erfolg zu erzielen. Häufig wurde auch ein Zusatz von Kalk zum Karnallit empfohlen, zu einer nur mässigen Anwendung oder sogar zur Vermeidung der Kalirohsalze geraten.[5]) Andere Forscher urteilten allerdings optimistischer.[6])

Indessen treten heute wohl kaum noch Schädigungen der Vegetation durch solche Salze auf, da die jetzt verwandten eine andere Zusammensetzung haben als die früher vielfach gebrauchten, so dass man diese Angelegenheit als erledigt ansehen kann.

---

[1]) E. v. WOLFF, Aschenanalysen, 1871.

[2]) C. SPRENGEL, Die Lehre von den Urbarmachungen, 1838, S. 354. — v. D. GOLTZ, Landw. Zentralblatt für Deutschland 1870, S. 27. — D. MEYER, Landw. Jahrbücher Bd. 29, S. 913; Bd. 30, S. 619; Bd. 33, S. 371. — G. DRECHSLER, Hannoversche Landw. Zeitung 1885, S. 588; 1886, S. 223. — J. STOKLASA, Zeitschr. für das landw. Versuchswesen in Österreich 1909, S. 627.

[3]) S. TENNANT, Phil. Transactions 1799, S. 305. — E. v. WOLFF, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 6, S. 203. — J. KÖNIG, Die Verunreinigung der Gewässer, II, 1899, S. 413; Landw. Jahrbücher Bd. 13, S. 795; Bd. 21, S. 263; Bd. 22, S. 801. — R. HEINRICH, Mergel und Mergeln, 1908, S. 57; Deutsche Landw. Presse 1896, S. 801, 816; BIEDERMANNS Zentralblatt Bd. 26, S. 231. — R. ULBRICHT, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 52, S. 383; Bd. 57, S. 103; Bd. 60, S. 135. — O. LEMMERMANN, Landw. Jahrbücher Bd. 40, S. 173. — F. WESTHAUSER und W. ZIELSTORFF, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 65, S. 441. — TH. PFEIFFER, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 49, S. 349. — B. SJOLLEMA, Journal für Landwirtschaft 1899, S. 305.

[4]) E. HEIDEN, Düngerlehre, II, 1868, S. 377.

[5]) E. v. WOLFF, Praktische Düngerlehre, 1874, S. 170. — P. WAGNER, Lehrbuch der Düngerfabrikation, 1877, S. 142. — E. HEIDEN, Lehrbuch der Düngerlehre, II, 1868, S. 377. — E. SACHSE, Lehrbuch der Agrikulturchemie, 1888, S. 615.

[6]) M. MAERCKER, Die Kalisalze, 1880.

Dagegen fordern Stutzers Ausführungen über den Kalkfaktor gewisse Einschränkungen. Der Begriff des Kalkfaktors rührt von O. Loew her; er sagt aus, dass, um eine maximale Entwicklung der Pflanzen herbeizuführen, ihr die beiden Basen Kalk und Magnesia in einem bestimmten Verhältnis von gleicher Aufnehmbarkeit geboten werden müssen. Diese Hypothese glaubt Loew durch seine und seiner Schüler zahlreiche Untersuchungen[1]) bewiesen zu haben. Eine Anzahl von Forschern glaubt ihm auch zustimmen zu müssen.[2])

Schon vor der Aufstellung der Hypothese vom Kalkfaktor sind ähnliche Beobachtungen gemacht worden,[3]) eine davon führt ja Stutzer auch an, nämlich die von E. v. Wolff. Dieser Forscher erzielte bei seinen Versuchen über den Ersatz des Kalkes durch Magnesia folgende Erntemengen:

Vom CaO wurden durch MgO ersetzt	1/4	1/2	3/4	7/8
Geerntet wurde	54.428 g	65.077 g	45.164 g	35.371 g,

woraus Stutzer richtig folgert, dass die höchste Ernte bei einem Kalk-Magnesiaverhältnis von 1 : 1 erzielt wurde.

---

[1]) O. Loew, Flora 1889, S. 246; Biedermanns Zentralblatt Bd. 22, S. 471; Landw. Versuchs-Stationen Bd. 41, S. 467; Landw. Jahrbücher Bd. 31, S. 561; Bd. 32, S. 509; Bd. 34, S. 131, 139, 141; Bd. 35, S. 527; Bd. 39, S. 335, 1005; Bd. 42, S. 181; Bd. 46, S. 733; U. St. Dep. of Agr. 1899, S. 60; Zeitschrift für das landw. Versuchswesen in Österreich Bd. 8, S. 353, 603; Fühlings Landw. Zeitung 1909, S. 355. — O. Loew und S. Honda, Bied. Zentr. Bd. 26, S. 137. — O. Loew und D. W. May, U. St. Dep. of Agr. 1901; Bied. Zentr. Bd. 31, S. 552. — O. Loew, K. Aso und D. Furuta, The Bull. of the Coll. of Agr. Tokyo Imp. Un. 1902, S. 361, 371, 381; Bied. Zentr. Bd. 32, S. 734. — K. Aso, ebendort Bd. 5, S. 239; Bied. Zentr. Bd. 32, S. 499. — G. Daikuhara, The Bull. of the Imp. Agr. Exp. St. Japan Bd. 1, S. 13, 17, 23; Bied. Zentr. Bd. 36, S. 639, 640. — T. Nakamura, ebendort Bd. 1, S. 30; Bied. Zentr. Bd. 36, S. 640. — J. Namikawa, The Bull. of the Coll. of Agr. Tokyo Imp. Un. Bd. 7, S. 57; Bied. Zentr. Bd. 36, S. 567. — S. Kumakiri, ebendort Bd. 7, S. 441; Bied. Zentr. Bd. 37, S. 711. — F. Takeuchi, ebendort Bd. 7, S. 579; Bied. Zentr. Bd. 38, S. 817. — I. N. Sirker, ebendort Bd. 7, S. 613; Bied. Zentr. Bd. 38, S. 785. — G. Daikuhara, The Bull. of the Coll. of the Imp. Centr. Agr. Exp. St. Bd. 1, S. 91; Bied. Zentr. Bd. 38, S. 784. — I. N. Sirker, Journ. of the Coll. of Agr. 1909; Bied. Zentr. Bd. 39, S. 62. — K. Aso, ebendort 1909; Bied. Zentr. Bd. 39, S. 62. — O. Loew, Die Lehre vom Kalkfaktor, 1914.

[2]) Bernardini, Corso und Siniscalchi, Staz. speriment. agr. ital. 1908, Bd. 41, S. 191; 1909, Bd. 42, S. 369.

[3]) E. v. Wolff, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 10, S. 349. — A. Atterberg, Landw. Jahrbücher Bd. 16, S. 757. — Svenska Mooskultur föreningens-tidskrift 1891, S. 121; Bied. Zentr. Bd. 21, S. 298.

Indessen finden sich in derselben Abhandlung noch andere Versuche über den Ersatz von Kali durch Kalk oder Natron, welche geeignet sind, beim unbefangenen Leser mindestens leise Zweifel an der absoluten Richtigkeit des Kalkfaktors entstehen zu lassen. Diese Versuche seien hier angeführt:

Vom K_2O wurden durch Na_2O ersetzt	$^1/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$	$^7/_8$
Geerntet wurde	33.150 g	53.623 g	28.891 g	40.945 g,
und wenn vom K_2O durch CaO ersetzt wurden	$^1/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$	$^7/_8$
so wurden geerntet	53.365 g	58.334 g	39.606 g	32.549 g.

Muss man hieraus nicht den Schluss ziehen, dass die Höhe der Ernte unter sonst gleichen Bedingungen auch von dem Verhältnis der anderen Nährstoffe zueinander abhängt?

Diese Ansicht wird weiter noch gestützt durch die Untersuchungen von OUSTERHOUT,[1]) der Antagonismus auch bei anderen Salzpaaren als bestehend nachwies.

Somit müssen wir wenigstens folgern, dass eine Maximalernte nicht nur abhängig ist vom Verhältnis des Kalkes zur Magnesia, sondern vom Verhältnis aller Nährstoffe zueinander.

Ganz abgesehen davon — die Frage ist ja noch nicht völlig geklärt —, müssen wir uns aber auch an die Versuche anderer Forscher[2]) erinnern, welche im Gegensatz zu LOEW die Existenz eines Kalkfaktors bestreiten. Deren sind aber nicht wenige; auch sind sie zahlreicher und mannigfaltiger als die LOEWschen Versuche.

---

[1]) OUSTERHOUT, Jahrbuch für Botanik Bd. 46, S. 121; BIEDERMANNS Zentralblatt Bd. 38, S. 730.

[2]) F. GOESSEL, Vortrag auf der 75. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Kassel, BIED. Zentr. Bd. 33, S. 226. — R. DE WILDT, Cultura Bd. 18, S. 463, 505, 557, 650; Exp. St. Rec. Bd. 18, S. 532. — C. B. LIPMANN, Bot. Gaz. Bd. 49, S. 41; Exp. St. Rec. Bd. 21, S. 627; Bd. 22, S. 531. — P. BRUCH, Landw. Jahrbücher Bd. 30, III, S. 127. — W. BENECKE, Bot. Zeitung 1903, S. 88. — R. HAGER, Inaug.-Dissert. Dresden 1909. — D. MEYER, Landw. Jahrbücher Bd. 33, S. 371; Bd. 40, S. 339. — H. WHEELER und B. HARTWELL, Agr. Exp. St. Kingston 1904, S. 222; BIED. Zentr. Bd. 35, S. 90. — I. KONOWALOW, Russ. Journal für exp. Landwirtschaft 1909, S. 317; Landw. Versuchs-Stationen Bd. 74, S. 343; BIED. Zentr. Bd. 39, S. 152. — W. P. KELLEY, Un. of Cal. Publ. in Agr. Sciences 1912, S. 39; BIED. Zentr. Bd. 43, S. 149. — P. L. GILLE und C. N. AYTON, Porto Rico Agr. Exp. St. 1913, S. 1; Zeitschr. für angew. Chemie 1913, S. 577; BIED. Zentr. Bd. 43, S. 406. — O. LEMMERMANN u. a., Landw. Jahrbücher Bd. 40, S. 173; BIED. Zentr. Bd. 41, S. 516. — E. HASELHOFF, Landw. Jahrbücher Bd. 45, S. 609.

Es sei hier nur auf die Ergebnisse einiger der grösseren dieser Arbeiten eingegangen:

W. Benecke kann die Loewsche Behauptung vom Kalkfaktor bei seinen Versuchen an Spirogyra und Tradescantia nicht bestätigen.

D. Meyer schliesst seine Arbeit mit den Worten: „Die Abhängigkeit eines Maximalertrages von einem bestimmten Kalk-Magnesia-Verhältnis im Boden zeigte sich ebensowenig zutreffend, wie die nachteilige Wirkung einer Magnesia-Düngung bei höherem Magnesia- als Kalkgehalt.“

O. Lemmermann unterwirft zunächst die Arbeiten von O. Loew einer Kritik; einige seiner Worte[1]) mögen hier angeführt sein: „Es ist zu bedauern, dass Loew die Versuche, welche er zur Stütze seiner Ansichten anführt, nicht etwas näher beschreibt, damit man sich ein näheres Urteil über die Zuverlässigkeit bilden kann, zumal die Originalarbeiten schwer zu beschaffen sind. Wo nähere Angaben vorhanden sind, lassen sich zumeist Mängel der Versuche erkennen und es können die meisten derselben nicht als genügende Stütze für die wichtigen Schlussfolgerungen, welche Loew aus ihnen zieht, angesehen werden. — In manchen Fällen beschränken sich die Versuchsansteller darauf, die Höhe der Pflanzen in oft sehr jugendlichem Zustande zu messen oder die Zahl der Halme oder Blätter zu zählen“, was Loew selbst als Mangel moniert[2]) — allerdings bei Versuchen anderer Beobachter, deren Versuchsergebnisse nicht mit den seinen übereinstimmen.[3]) — Ferner müssen alle Versuche als ungenau bezeichnet werden, bei denen lediglich das Frischgewicht bestimmt wurde. — Die angeführten Resultate verlieren aber noch mehr an Wert dadurch, dass das Frischgewicht von fünf der bestentwickelten Halme, also bei ausgesuchten Pflanzen bestimmt wird, oder wenn nur zwei oder gar eine Pflanze zu dem Versuche benutzt werden.

Im folgenden findet sich ein Hinweis auf einen Versuch mit Buchweizen mit Parallelgefässen:[4])

---

[1]) Landw. Jahrbücher Bd. 40, S. 176.

[2]) Fühlings Landw. Zeitung 1909, S. 359, Anm. 3.

[3]) Von mir hinzugefügt.

[4]) Landw. Jahrbücher Bd. 31, S. 571.

CaO / MgO	A. Geerntet am 19. Juni		B. Geerntet am 28. Juni	
	Totalernte	Samenernte	Totalernte	Samenernte
3 : 1 . .	382 g	60.5 g	340 g	71 g
2 : 1 . .	220 „	50.5 „	275 „	69 „
1 : 1 . .	190 „	48.5 „	281 „	67 „
1 : 2 . .	106 „	25.5 „	240 „	64 „

„Die Reihe A wurde am 19. Juni, die Reihe B am 28. Juni geerntet. LOEW zieht aus diesen Versuchen den Schluss, dass das Verhältnis von 3 : 1 den Maximalertrag geliefert hat.

Es wird sofort beim Vergleich der beiden Versuchsreihen der enorme Unterschied der Ernten der Reihen A und B auffallen, der natürlich in keiner Weise ausreichend durch die neun Tage, welche die beiden Erntezeiten auseinander liegen, erklärt werden kann, da es ganz ausgeschlossen ist, dass sich die Ernte, wie z. B. bei Reihe 1 : 2, während dieser Zeit mehr als verdoppelte.

LOEW meint, bei dem Verhältnis 1 : 2 zeigt Reihe A auffallend weniger Ernte als Reihe B, was auf einer gründlicheren Mischung der Erde bei A mit kohlensaurer Magnesia beruhen dürfte. Gegen die übrigen Zahlen scheint LOEW demnach nichts einzuwenden zu haben, obgleich auch sie ebenso sehr die Kritik herausfordern.

Die Vermutung, dass event. die Art der Mischung die Ursache der Ertragsdifferenz sein könne, ist recht wenig befriedigend.

Das eine, was der Versuch mit Sicherheit ergibt, ist, dass man nur solche Versuche anstellen und zu Schlussfolgerungen benutzen sollte, bei denen man sich und andere durch die nötige Zahl von Parallelreihen von der Zuverlässigkeit der Resultate überzeugen kann. Alle andern nicht genügend kontrollierten Versuche haben für die ernsthafte, wissenschaftliche Forschung wenig Wert und müssen von ihr abgelehnt werden. Überhaupt ist LOEW geneigt, etwas einseitig vom Standpunkte seiner Hypothese aus, Erscheinungen, welche kalkhaltige Düngemittel hervorrufen, zu erklären."

LEMMERMANN schliesst seine Kritik mit den Worten: „Es wäre sicher von Vorteil gewesen, wenn LOEW eine schärfere Kritik an die von ihm benutzten Versuche gelegt hätte."

Aus den nun folgenden eigenen, ausführlich beschriebenen, mannigfach variierten Versuchen schliesst LEMMERMANN: „Im

allgemeinen haben die auf sechs verschiedenen Böden mit acht verschiedenen Pflanzen angestellten Versuche ergeben, dass es für eine Ernte ohne erhebliche Bedeutung ist, wenn das Verhältnis $\frac{CaO}{MgO}$ in weiten Verhältnissen schwankt.“

E. Haselhoff weist am Anfang seiner Veröffentlichung die Kritik von Loew als unbegründet zurück. Aus seinen Versuchen folgert er: „Diese dreijährigen Versuche mit Gerste, Pferdebohnen, Gras bezw. Senf auf Böden verschiedener Herkunft, Entstehung und Zusammensetzung ergaben demnach, einerlei, ob man die Ergebnisse der einzelnen Versuchsjahre für sich oder im ganzen betrachtet, dass die von Loew aufgestellte Hypothese, dass den Pflanzen zur Erzielung von Höchsterträgen Kalk und Magnesia in einem für jede Pflanzenart bestimmten Verhältnis dargeboten werden muss, keine allgemeine Gültigkeit hat. — Sie bestätigen die von anderer Seite gezogenen Schlussfolgerungen und stimmen mit den von D. Meyer und Lemmermann u. a. erhaltenen Resultaten überein.“

Alle diese Arbeiten dürfen aber nicht unberücksichtigt bleiben, denn O. Loew hat diese Arbeiten nicht widerlegen können. O. Loew wirft zwar allen Gegnern vor, dass sie eine zu schwache Düngung gegeben haben, um die Wirkung des Kalkfaktors hervortreten zu lassen. Indessen muss man dann daraus schliessen, dass der Maximalertrag doch auch von den andern Faktoren abhängt. Indessen führt A. Stutzer eine weniger beachtete Arbeit an, welche sich ebenfalls mit dem Kalkfaktor beschäftigt und welche Herrn Dr. D. Warthiadi[1]) zum Verfasser hat.

Da mich die Loewschen Arbeiten sowie die seiner Gegner schon aus dem Grunde interessiert haben, um mir über die Hypothese vom Kalkfaktor ein unbefangenes Urteil zu bilden, so habe ich weder Zeit noch Mühe gescheut, mir diese Arbeit zu besorgen und einer Durchsicht zu unterwerfen. Allerdings bin ich stark enttäuscht worden, da ich, durch die lobende Kritik von Stutzer veranlasst, geglaubt hatte, etwas Hervorragendes zu finden.

Was sollen z. B. die Abbildungen 1, 2 und 3 zeigen? Nach der Ansicht des Verfassers doch ein verschiedenes Wachs-

[1]) D. Warthiadi, Dissert. der Kgl. Techn. Hochschule München, 1911.

tum unter dem Einflusse des Kalkfaktors, während man in Wirklichkeit alle Pflanzen als gleich entwickelt betrachten muss. Ist in Bild 20 die Pflanze mit dem Faktor 20 : 1 nicht ebenso gut gediehen wie jene mit dem Faktor 1 : 1? Wozu die Abbildungen, wenn man nichts daran erkennen kann? Lässt sich das Ergebnis der Versuche nicht ebenso gut in Zahlen ausdrücken? Allerdings an Tabellen sind auch zahlreiche vorhanden, aber es lässt sich nicht mit jener Sicherheit das daraus folgern, was der Verfasser gefolgert hat.

Einige Mängel seien hier nur kurz erwähnt; alle kann ich nicht anführen.

1. Es ist bedauerlich, dass die Versuche nur in zweifacher, im zweiten Jahre allerdings in dreifacher Parallelausführung angesetzt worden sind; solche Versuche, aus denen man so kühne Schlüsse zieht, müssen in möglichst grosser Zahl von Parallelen ausgeführt werden, um an Beweiskraft zu gewinnen.

2. Zu beanstanden ist ferner, dass meistens nur das Frischgewicht der Pflanzen bestimmt worden ist. Es muss unbedingt die Trockensubstanz bestimmt werden, es muss möglichst durch Analysen der Pflanzensubstanz die Nährstoffaufnahme, wenigstens der wichtigsten der Nährstoffe, beobachtet werden.

3. Die Längenmessungen der Pflanzen sind ziemlich wertlos.

4. Die Ernteunterschiede von einer Anzahl von Versuchen sind so gering, dass man daraus nichts folgern kann, jedenfalls nicht das folgern kann, was der Verfasser daraus folgert.

5. Die Pflanzen müssen möglichst vor Pilzbefall und ähnlichen Schädigungen bewahrt werden, sonst wird das Ergebnis des ganzen Versuches in Frage gestellt.

6. Es helfen die genauesten Wurzelmessungen mit den feinsten Mikroskopen nichts, wenn man die dazu benutzten Präparate nicht richtig herstellt.

Diese sechs Punkte will ich im folgenden noch etwas näher erläutern an der Hand der WARTHIADischen Arbeit.

Es sei zunächst einmal eine Tabelle angeführt, wie ich sie aus der Arbeit herausnehme.

(Siehe die Zusammenstellung auf S. 351.)

Was vermögen uns diese vielen Zahlen zu zeigen, die doch anscheinend mit grosser Mühe und Genauigkeit festgestellt sind?

man denke nur: die Länge der Halme ist auf hundertstel Millimeter angegeben, die Winkelmessungen ebenfalls auf hundertstel Grade. Sind diese Messungen mit ihrer anscheinenden Exaktheit nicht sehr illusorisch in bezug auf die letzten zwei oder drei Stellen? Gilt hier nicht mit einer entsprechenden Änderung der Ausspruch des Wasserbaumeisters Hagen:[1]) „Der Mangel an mathematischer Bildung gibt sich durch nichts auffälliger zu erkennen, wie durch masslose Schärfe im Zahlenrechnen?“ Wäre es nicht besser gewesen, der Verfasser hätte die Zeit, welche er mit diesen vielen Messungen hingebracht hat, darauf verwendet, von den geernteten Substanzen Trockenbestimmungen zu machen? Für die Wissenschaft wäre eine solche Arbeit jedenfalls viel wertvoller gewesen, als sie in der vorliegenden Form ist.

Zusammenstellung der Resultate

der Versuche aus dem Jahre 1909 mit Kalk- und Magnesiumkarbonat.[2])

Gruppe A. $\frac{CaO}{MgO} = 9:1$.

	Serie I	Serie II	Mittel
1. Gesamtzahl der Halme pro Topf	38	31	34.5
2. Ährentragende Halme	29	25	27
3. Gesamternte in g pro Topf	68.45	88.55	78.50
4. Totalgewicht der Wurzeln	7.45	16.95	12.20
5. Totalgewicht der Halme (Stroh)	33.75	30.60	32.17
6. Gewicht der Halme ohne Blätter	25.15	23.00	24.07
7. Mittelhöhe der Halme in mm	1118.03	957.03	1037.53
8. Mittlere Internodienzahl	5.70	5.31	5.50
9. Mittlere Halmdicke	3.17	2.84	3.00
10. Tragfähigkeit der Halme in g	17.33	13.75	15.54
11. Senkung bei der Elastizitätsgrenze in °. .	15.85	15.12	15.48
12. Bruchfestigkeit der Halme in g	45.77	38.16	41.96
13. Senkung beim Bruch in °	36.00	33.58	34.79
14. Senkung bei gleicher Belastung (30 g) in °	17.20	20.40	18.80
15. Mittlere Länge der Ähren in mm	60.60	63.20	61.90
16. Gewicht der Ähren pro Topf in g. . . .	27.25	29.40	28.32
17. Körnerzahl pro Topf.	633	643	638
18. Körnergewicht	19.550	22.200	20.8750
19. Gewicht von 100 Körnern.	—	—	3.2719

Es sollen jetzt aber die Zahlen aus den Tabellen zusammengestellt werden, welche für eine Beurteilung der Versuchsergebnisse am meisten in Frage kommen.

---

[1]) Gotthilf Hagen, * 1797, † 1884. Handbuch der Wasserbaukunde.

[2]) D. Warthiadi, Diss. der Kgl. Techn. Hochschule, München 1911, S. 36.

Versuche 1909 mit Ca- und Mg-Nitrat.[1])

	Gruppe A. CaO:MgO = 20:1			Gruppe B. CaO:MgO = 1:1			Gruppe C. CaO:MgO = 1:20		
	III.	IV.	Mittel	III.	IV.	Mittel	III.	IV.	Mittel
3. Ernte pro Topf	62.73	51.63	57.18	58.35	57.95	58.15	44.25	46.90	45.57
4. Gew. d. Wurzeln	11.45	4.95	8.20	8.35	5.35	6.85	6.10	5.00	5.55
5. Gew. des Strohs	29.48	26.60	28.04	25.70	25.90	25.80	19.35	22.60	20.97
6. Höhe der Halme	912	932	922	890	901	895	833	898	866[2])
19. Körnergewicht .	15.19	16.20	15.69	18.75	19.68	19.21	12.71	13.88	13.29

Betrachtet man die Erntegewichte und ordnet sie nach ihrer Grösse, so erhält man die Reihenfolge B, A, C; ordnet man aber nach der Länge der Halme, so erhält man folgende Reihe: A, B, C. Aus diesem Beispiel ersieht man, wieviel Wert auf die Messung der Halme zu legen ist, um solche Versuche zu beurteilen.

Von den weiteren Versuchen des Jahres 1909 seien noch einige Zahlen über den Erfolg der Magnesia- und Kalkkarbonat-Gabe angeführt.[3])

			Ernte (Mittel)	Halmlänge (Mittel)	Körnerernte (Mittel)
Gruppe	A.	$\frac{CaO}{MgO} = 9:1$ . .	78.50	1037.53	20.8750
„	B.	„ = 3:1 . .	61.80	1089.41	18.9500
„	D.	„ = 2:1 . .	69.95	1107.49	21.8000
„	C.	„ = 1:1 . .	74.65	1210.42	27.0750
„	E.	„ = 1:3 . .	76.47	1115.61	23.3000
„	F.	„ = 1:9 . .	63.33	1008.15	22.9500

Aus den Erntezahlen ergibt sich die Reihenfolge: A, E, C, D, F, B.

Aus der Halmlänge aber findet man folgende Reihe: C, E, D, B, A, F.

Aus dem Körnerertrage endlich ergibt sich: C, E, F, D, A, B.

Nimmt man noch die anderen Messungen hinzu, so kann man ziemlich alle möglichen Kombinationen bilden.

WARTHIADI legt den Hauptwert auf die Länge der Halme und zieht kühn den Schluss, dass im ganzen die Ausbildung bei den Kulturen 1:1 am besten war.[4])

---

[1]) S. 30—31 der Dissertation.
[2]) Hier sind die letzten zwei Stellen von mir gekürzt worden.
[3]) S. 36—41.
[4]) S. 42 und 43.

Betrachten wir die folgende Zusammenstellung,[1]) so finden wir dort folgende Ernteerträge:

Kalkfaktor	20:1	1:1	1:20
Erntegewicht, trocken .	4.0695	4.2748	4.0725

Darf man aus solchen minimalen Erntedifferenzen so weitgehende Schlüsse ziehen?

In gleicher Weise seien die Erntegewichte aus anderen Tabellen[2]) zusammengestellt:

Kalkfaktor	9:1	3:1	2:1	1:1	1:3	1:9
Ernte trocken . . .	3.8999	4.9901	4.2755	4.6500	5.2010	5.2650

Haben nicht die Pflanzen mit der grössten Magnesiamenge als Düngergabe den höchsten Ertrag gebracht, also gerade entgegen allen Behauptungen von Loew?

Warthiadi führt aber diese Erfolge auf einen zu dichten Stand der Pflanzen zurück, ein Vorwurf, den Loew seinerzeit D. Meyer, O. Lemmermann u. a. gemacht hat. Ist dieses nicht ein Beweis dafür, dass die Maximalernten doch noch von anderen Faktoren als nur vom Kalkfaktor abhängen?

Im zweiten Versuchsjahre sind zunächst zu gewissen Zeiten Messungen an den Pflanzen vorgenommen worden und auch die mittleren Fehler des Mittels berechnet worden.[3]) Einige dieser Zahlen seien hier zusammengestellt:

Kalkfaktor	Länge 27.5	Länge 3.7	Länge 17.8	Länge 12.9
20:1 . .	223 ± 3.605	535 ± 6.16	932 ± 16.16	939 ± 18.50
1:1 . .	232 ± 6.24	559 ± 5.70	1004 ± 26.53	1009 ± 25.02
1:20 . .	162 ± 13.08	502 ± 11.06	922 ± 16.04	926 ± 14.19

Kalkfaktor	Länge 27.5	Länge 3.7	Länge 6.8	Länge 12.9
9:1 . .	186 ± 14.40	541 ± 17.90	839 ± 52.29	877 ± 41.61
3:1 . .	192 ± 0.91	564 ± 19.01	851 ± 16.20	891 ± 13.78
1:1 . .	210 ± 2.07	639 ± 2.64	918 ± 17.55	946 ± 11.14
1:3 . .	204 ± 3.21	591 ± 8.30	869 ± 29.42	906 ± 13.54
1:9 . .	181 ± 11.59	541 ± 30.20	842 ± 59.84	898 ± 25.63

Auch die Mittelzahlen der Erntemengen seien hier angeführt:

A. Kalkfaktor 20:1	B. Kalkfaktor 1:1	C. Kalkfaktor 1:20
44.310 g	62.4897 g	50.2025 g
54.974 „	76.4725 „	37.3028 „
40.331 „	73.1025 „	50.8920 „
46.538 g	70.6863 g	46.0757 g

[1]) S. 45. [2]) S. 46—47. [3]) S. 53 und 66.

Kalkfaktor	Ernte			Mittel
9:1 . . .	33.6755 g	40.8005 g	36.5050 g	36.9936 g
3:1 . . .	37.5950 „	42.9304 „	41.2450 „	40.5900 „
1:1 . . .	55.9403 „	54.4755 „	57.9025 „	56.1060 „
1:3 . . .	39.4200 „	40.5025 „	41.4750 „	40.4658 „
1:9 . . .	40.4752 „	31.1250 „	47.7250 „	39.7550 „

Diese Tabellen sind auch die einzigen in der ganzen Arbeit, die einigermassen bestehen bleiben können, nur schade, dass die Pflanzen in frischem Zustande gewogen wurden und keine Trockensubstanz bestimmt wurde.

Auffallend ist die äusserst günstige Wirkung des Kalkfaktors 1 : 1 gegenüber allen anderen Verhältnissen. LOEW selbst hat bei seinen Versuchen nie so günstige Erfolge beobachtet; man muss hier für die Entwicklung der Pflanzen äusserst günstige Umstände als vorhanden gewesen annehmen.

Dass die Kulturen so sehr unter Pilzbefall und Insektenfrass zu leiden hatten,[1]) ist sehr bedauerlich, zumal bei einem solchen Falle die Unterschiede, welche durch den Kalkfaktor hervorgerufen wurden, stark verwischt wurden;[2]) vielleicht werden sie bei noch glücklicheren Beobachtern deutlicher hervortreten. Indessen muss das Vorgehen von WARTHIADI zurückgewiesen werden, wenn er glaubt, dass D. MEYER die Wirkungen des Kalkfaktors nicht erkennen konnte, weil möglicherweise ähnliche Erkrankungen seine Versuche gestört haben. Hat WARTHIADI Beweise dafür? Oder hat D. MEYER von solchen Schädigungen berichtet? Wenn nicht, so darf WARTHIADI auch nicht versuchen, das entgegengesetzte Resultat MEYERS auf diese Weise zu erklären, oder er muss bestimmte Beweise für seine Annahme anführen. Ist es aber richtig, bei Pilzbefall die kranken Blätter abzuschneiden?[3]) Sind diese Blätter von WARTHIADI gesammelt worden?

Es bliebe jetzt nur noch eine Bemerkung über die Wurzelmessung übrig. Um die Wurzeln für die mikroskopische Beobachtung zu präparieren, hat sie der Beobachter in absoluten Alkohol gelegt.[4]) Ist ihm nicht bekannt, dass absoluter Alkohol eine Schrumpfung herbeiführt, welche verschieden ist bei verschiedenen Wurzeln und abhängig ist von dem jeweiligen Wassergehalt?

---

[1]) S. 55, 58, 61, 65, 68. [2]) S. 67. [3]) S. 58. [4]) S. 128.

Wir ersehen also aus dem angeführten, dass nicht viel brauchbares übrig bleibt, wenn man die Arbeit etwas kritisch betrachtet.

Ist es aber denn notwendig, dass in populären Zeitschriften Fragen erörtert werden, deren Lösung noch nicht gelungen ist? Kann so etwas nicht besser unterbleiben, bis die Sachlage geklärt ist? Denn damit schadet man mehr als man nützt.

Gesetzt aber den Fall, die Hypothese vom Kalkfaktor wäre eine bewiesene Tatsache, was würde wohl die Folge sein? Mehr oder weniger reelle Händler würden, gestützt auf die Abhandlung von Stutzer, die Werbetrommel rühren für eine Magnesiadüngung. Zureden hilft, schliesslich glaubt auch der Landwirt, „da muss doch etwas daran sein“. Er setzt sich hin und berechnet zunächst, wieviel Magnesia er seinem Acker zuführen muss, um seine Felder auf den günstigen Kalkfaktor 1 : 1 für Getreide zu bringen.

Nehmen wir an, er habe einen guten humosen Sandboden, der 0.27 % CaO und 0.13 % MgO enthalte. Bei einer Dicke der Ackerkrume von 25 cm sind in einer Hektarfläche 2500 cbm enthalten; bei einem Volum-Gewichte von 1.5[1]) hat diese Menge ein Gewicht von 37500 dz mit 105 dz CaO und 48.7 dz MgO. Bei einem Molekular-Gewicht des Kalkes von 56 und der Magnesia von 40 berechnet sich eine Menge von 75.0 dz Magnesia, welche nötig ist, um eine Höchsternte an Getreide herbeizuführen. Er muss also noch 26.3 dz Magnesia seinem Acker zuführen. Im nächsten Jahre will er Buchweizen bauen. Da der Faktor für diese Pflanze 3 : 1 ist, so muss er in diesem Jahre 210 dz Kalk auf den Acker bringen usw.[2]) Zufrieden mag er sein, wenn er mit diesen Massnahmen hohe Ernten erzielt — glücklich zu preisen ist er gegen seinen Nachbar, der einen schweren Kalkboden besitzt mit 5.50 % CaO und 0.35 % MgO. Was für grosse Mengen hat dieser arme Mann wohl zu bewegen, wenn er dieselbe Massnahme ausführen will wie der erste.[2]) — Dieses alles mag aber noch hingehen, wenn wirklich ein Erfolg garantiert werden kann. — Wer will und kann aber dafür Gewähr leisten?

---

[1]) Krafft (Fruwirth), Ackerbaulehre 1915, S. 55 gibt an 1.5—1.7.

[2]) Auch D. Meyer hat im Jahrbuch der D. L.-G. 1912 in seinem Vortrage „Zur Kalk- und Magnesiadüngefrage“ auf diesen Umstand hingewiesen.

Glücklicherweise ist es ein guter Gebrauch in der Wissenschaft, der nicht durchbrochen werden sollte: niemals ungeklärte Sachen in populäre Zeitungen zu bringen, weil damit mehr Schaden angerichtet wird als Nutzen gestiftet. Die katalytischen Reizdünger haben doch wirklich lange genug herumgespukt und Verwirrung auch in wissenschaftlichen Kreisen angerichtet, viele Arbeiten sind erschienen, viel Mühe ist aufgewandt worden, um die Lage zu klären und um schliesslich zu erklären: von einer Reizdüngung kann für den Praktiker nicht die Rede sein.[1]) Ist diese Hypothese vom Kalkfaktor für die landwirtschaftliche Praxis nicht ebenso unbewiesen, wie es die Hypothese von der Reizwirkung war?

Nachtrag. Nach Absendung dieser Zeilen erschien in der Illustrierten Landwirtschaftlichen Zeitung eine kurze Notiz von D. MEYER,[2]) worin er auf seine neuen Versuche über die Hypothese vom Kalkfaktor hinweist.[3]) Den Einwand von LOEW und WARTHIADI, den auch STUTZER gegen D. MEYERS Versuche anführt, dass die günstige Wirkung des Kalkfaktors sich nur zeigen könne, wenn ein dünner Pflanzenbestand vorhanden wäre, widerlegt D. MEYER durch seine neuen Versuche, bei denen er, gleichgültig ob 20 oder 6 Haferpflanzen im Gefäss standen, „im grossen und ganzen dasselbe Bild" erhielt. Obwohl sein Boden erheblich reicher an Magnesia als an Kalk war (0.546 % CaO und 1.857 % MgO), hat eine Kalkgabe doch keinen Einfluss auf die Erntemenge auszuüben vermocht, so dass er auf jeden Fall die LOEWsche Behauptung, der Kalkfaktor für Getreide sei 1 : 1, nicht bestätigen konnte. Ausserdem glaubt MEYER, dass die gleiche Löslichkeit des Kalkes und der Magnesia des Bodens in verdünnten Säuren noch lange nicht darüber entscheidet, ob beide Basen für die Pflanze in demselben Verhältnis aufnehmbar seien.

Somit ist die Zahl der Versuche, die gegen die Hypothese von LOEW sprechen, wieder um einen vermehrt, so dass noch weniger Grund vorhanden ist, für den Kalkfaktor einzutreten.

---

[1]) Siehe TH. PFEIFFER, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77, S. 33, besonders die Schlussworte.

[2]) Illustrierte landwirtschaftliche Zeitung 1917, S. 10.

[3]) Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 1912, S. 737.

Aus dem chemischen Institut der Kgl. landwirtschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf.

Beiträge zur Kenntnis der Kohlenhydrate der Gemüsearten.

Von

Dr. ERNST BUSOLT.

Mitteilung V.

Über die Kohlenhydrate der Mohrrüben.

In meinen früheren Mitteilungen[1]) wurde gezeigt, dass es möglich ist, aus dem wässerigen Auszuge der Spargeln, grünen Schnittbohnen und des Blumenkohls Mannit, aus dem Savoyerkohl Mannit und Traubenzucker kristallisiert abzuscheiden und sicher charakterisiert zu erhalten. — Die feingeschnittenen Gemüsearten wurden mit der zwei- bis dreifachen Menge Wasser in einem Emailletopf mit Deckel im Wasserbade bis zum Erweichen erhitzt. Nachdem dann der wässerige Auszug filtriert und unter Zusatz von etwas Calciumkarbonat im Vakuum zum Sirup eingedampft war, wurde dieser zunächst zwecks Befreiung von vorhandenen gummi- und dextrinartigen Stoffen mit 80 %igem, daraufhin mit 96 %igem Alkohol behandelt und schliesslich zur Kristallisation gebracht.

In der folgenden Mitteilung habe ich nach dieser Methode die „Mohrrüben“ (gelbe Möhren!) untersucht. Aus dem wässerigen Auszug der Mohrrüben gelang es mir, nach mehreren Monaten Mannit und Traubenzucker kristallisiert herzustellen. Die Ausbeute, welche ich an reinem Mannit und an Traubenzucker

[1]) Journal für Landwirtschaft 1912, S. 393; 1913, S. 153—160; 1914, S. 117—120.

erhielt, war nicht gross. So wurde besonders die Ausbeute an Traubenzucker durch die Trennung von Mannit mittels absoluten Alkohols recht geschmälert. Aus 6 kg frischen Mohrrüben wurden daher nur 23.5 g reiner Mannit und 2.8 g Traubenzucker erhalten.

Experimenteller Teil.

Je 1500 g kleingeschnittene Mohrrüben wurden mit der zweifachen Menge Wasser (im ganzen 6 kg) in einem Emailletopf mit Deckel im Wasserbade bis zum Erweichen erhitzt. Die abgepresste hellgelbe Flüssigkeit wurde filtriert, dann nach Zusatz von etwas Calciumkarbonat zur dicklichen Flüssigkeit eingedampft; sodann wurde diese mit 80 %igem Alkohol behandelt, wobei sich ein grosser Teil der vorhandenen gummi- und dextrinartigen Stoffe abschied. Die gelbe, klare, alkoholische Flüssigkeit wurde alsbald vom Gummi abfiltriert und bis zur Sirupkonsistenz im Vakuum abgedampft. Zu diesem wurde unter gutem Umschütteln 96 %iger Alkohol zugesetzt und die hellgelbe Flüssigkeit abermals von dem noch abgeschiedenen Gummi abfiltriert, auf dem Wasserbade etwas eingeengt und zur Kristallisation hingestellt.

A. Gewinnung des Mannit.

Es schied sich nach kurzer Zeit ein Körper in büschelförmig gruppierten Nadeln ab, die beim Verdunsten des Alkohols an Menge zunahmen. Schon die charakteristische Kristallbildung deutete darauf hin, dass wahrscheinlich Mannit vorliegen müsste. Der Körper schmolz nach einmaligem Umkristallisieren aus Alkohol unter Zusatz von einigen Tropfen Wasser scharf bei 166.5°. Ferner war er optisch inaktiv, zeigte keine Zuckerreaktionen und war leicht löslich im Wasser, ziemlich leicht in siedendem Alkohol, schwer löslich in kaltem Alkohol. Ausserdem zeichnete der Körper sich dadurch aus, dass er mit Benzaldehyd bei Gegenwart von sogenannter 50 %iger Schwefelsäure[1]) die besonders schön kristallisierte Tri-Benz-Azetal-Verbindung vom Schmelzpunkt 213.5—217.5° gab. Sie begann zu sintern bei 208.5°. E. FISCHER und FAY geben als Schmelzpunkt 213 bis 217° an.

[1]) Handbuch der Kohlenhydrate von TOLLENS, 1914, S. 631. E. FISCHER und FAY, Ber. 28 (1895), S. 1979.

Die gewonnenen Mutterlaugen lieferten noch weitere Mengen Mannit, so dass eine Gesamtausbeute von 23.5 g erzielt wurde.

B. Isolierung der Glukose (Traubenzucker).

Nach vollständigem Verdunsten der obigen Lösung blieb ein bräunlicher Sirup zurück, der die Fehlingsche Lösung stark reduzierte und nach dem Einimpfen einiger Glukosekristalle nach einigen Wochen zu kristallisieren begann. Im Laufe mehrerer Monate war der grösste Teil des Sirups zu kleinen weissen Kristallen erstarrt, die durch Streichen auf Ton von schmierigen Bestandteilen gereinigt wurden. Nach dem Umkristallisieren aus gewöhnlichem Alkohol zeigte es sich, dass auch hier noch Mannit vorhanden war. Der Schmelzpunkt wurde dadurch unscharf. Wie bereits schon in einem früheren Aufsatz[1]) erwähnt wurde, stiess die Trennung der Glukose von Mannit auf grosse Schwierigkeiten. Sie gelang wiederum erst durch wiederholtes Auskochen mit absolutem Alkohol, in dem Mannit leichter löslich als Traubenzucker ist. Der in absolutem Alkohol nicht gelöste Körper wurde durch zweimaliges Umkristallisieren mit gewöhnlichem Alkohol gereinigt, aus dem er sich in feinen, kugelförmig gruppierten Nadeln abschied. Diese schmolzen ziemlich scharf bei 145°. Hesse[2]) gibt als Schmelzpunkt 146° an. —

Dass Glukose (Traubenzucker) vorlag, zeigten folgende Reaktionen:

Zunächst war die Löslichkeit dieselbe wie bei der Glukose. Die Verbindung war sehr leicht im Wasser, ziemlich leicht im siedenden verdünnten Alkohol, kaum löslich im absoluten Alkohol, unlöslich im Äther und Benzol.

Beim Kochen mit Natronlauge trat Gelbfärbung ein und beim Erwärmen mit Fehlingscher Lösung Reduktion zu rotem Kupferoxydul.

Eine 2 %ige Lösung drehte nach 24 Stunden im Laurentschen Halbschatten-Polarisationsapparat im 1 dm-Rohr 1.06 Kreisgrade nach rechts. Nach $\frac{1.06 \cdot 100}{2 \cdot 1 \cdot 1.0075}$ (sp. Gew.) ist $(\alpha)_D = + 52.6°$. Tollens[3]) gibt als Resultat der letzten genauesten Untersuchungen $(\alpha)_D = + 52.52°$ an.

[1]) Journal für Landwirtschaft 1914, S. 118 und 119.
[2]) Hesse, Ann. chem. Bd. 277 (1893), S. 302.
[3]) Tollens, Handbuch der Kohlenhydrate, 1914, S. 251.

Mit Phenylhydrazin entstand die sehr charakteristische Phenylhydrazon-Verbindung. Es wurden 2 Teile gewonnener Glukose nach der E. FISCHERschen[1]) in 1 Teil H_2O gelöst und 2 Teile Phenylhydrazin zugesetzt. Nach 2tägigem Stehen wurde das dabei entstandene Glukose-Phenylhydrazon mit Äther gewaschen. Es schmolz nach dem Umkristallisieren aus Wasser, aus dem es sich in flimmernden, gelblichen Blättchen abschied, bei 144—145°. Dieses Ergebnis stimmt mit dem E. FISCHERS überein.

Auch wurde das Glukose-Phenylosazon[2]) (Glukosazon) dargestellt, welches nach dem Umkristallisieren aus Alkohol den richtigen Schmelzpunkt 205° hatte.

Die Ausbeute an reiner Glukose (Traubenzucker) betrug 2.8 g.

Ob die Glukose als solche in den Möhren vorhanden oder teilweise aus dem in den Möhren bekanntlich enthaltenen Rohrzucker entstanden ist, mag unentschieden bleiben.

---

[1]) Berichte 20 (1887), S. 824.

[2]) TOLLENS, Handbuch der Kohlenhydrate, 1914, S. 236.

Mitteilung VI.

Beitrag zur Kenntnis der in den grünen Erbsen vorkommenden Kohlenhydrate.

Der wässerige Auszug aus den grünen Erbsen wurde in der bekannten Weise hergestellt und unter denselben Bedingungen zur Sirupkonsistenz verarbeitet. Der erhaltene Sirup wurde (siehe Mitteilung V) mit Alkohol vom Gummi befreit, die alkoholische Flüssigkeit eingedunstet und der von Gummi- und Dextrinstoffen ziemlich befreite Sirup zur Untersuchung benutzt.

Glukose (Traubenzucker) in kristallinischer Form abzuscheiden, gelang trotz langwieriger Arbeit unter mannigfacher Änderung der Versuchsbedingungen nicht, obwohl der Sirup die Fehlingsche Lösung stark reduzierte, und man aus anderen Versuchen — der Bildung des Glukosazons (Glukosephenylosazon), der Gelbfärbung mit Natronlauge, der Blaufärbung mit α-Naphthol und konz. Schwefelsäure — schliessen konnte, dass Glykosen vorhanden sein mussten.

Aus dem Sirup liessen sich schöne weisse Kristalle gewinnen, die aber weder Glukose- noch andere Zuckerreaktionen zeigten. Sie erwiesen sich als Mannit vom Schmelzpunkt 166.5°. Unter anderem hatte die Tri-Azet-Azetal-Verbindung[1]) aus Paraldehyd bei Gegenwart von sogen. 50 %iger Schwefelsäure den richtigen Schmelzpunkt 173.5°.

Ausser Mannit und Traubenzucker (Glukose) habe ich in dem Wasserauszuge der grünen Erbsen durch die betreffenden Reaktionen nachgewiesen:

I. Fruktose (Lävulose). Der Auszug gab beim Erwärmen mit Resorcin und Salzsäure sehr schöne Ziegelrotfärbung nach Seliwanoff.[2]) Beim Neutralisieren der rot gewordenen Flüssig-

[1]) Tollens, Handbuch der Kohlenhydrate, 1914, S. 631.

[2]) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft Bd. 20 (1887), S. 181.

keit mit Soda und Schütteln mit reinem Amylalkohol trat Rotfärbung[1]) des Amylalkohols und beim Schütteln mit Essigäther Gelbfärbung[2]) des Essigäthers ein.

II. Glukuronsäure. Nach dem Verfahren von B. Tollens[3]) gelang es, beim Erhitzen mit Salzsäure und Naphthoresorcin die Glukuronsäurereaktion zu bekommen, denn nach dem Schütteln der Reaktionsflüssigkeit mit Äther zeigte dieser nach dem Absetzen die violettrote Färbung und die beschriebene Spektralreaktion der Glukuronsäure. Statt des Äthers nahm ich auch nach Neuberg und Saneyoshi[4]) Benzol oder Chloroform, um auf diese Weise eine zuweilen auftretende rötliche Färbung zu vermeiden.

Am Ende dieser Untersuchung danke ich Herrn Geheimrat Dr. Kreusler für das wohlwollende Interesse und die mir auch bei dieser Arbeit gewährte Unterstützung.

---

[1]) Rosin, Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 38 (1903), S. 555.
[2]) Borchardt, ebenda Bd. 55 (1908), S. 241.
[3]) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft Bd. 41 (1908), S. 1788.
[4]) Zeitschrift d. Ver. 1912, II, S. 570.

Literaturbesprechungen.

Die Bereitung von Backsteinkäsen. Eine Sonderschrift von Dr. W. Fleischmann, Geheimer Regierungsrat, o. ö. Professor der Universität Göttingen. Dritte, umgearbeitete Auflage. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1916. 100 S. Preis 2 M. 25 Pf.

In diesem kleinen Buche hat der in wissenschaftlicher und in praktischer Hinsicht als Autorität in Molkerei-Angelegenheiten bewährte Verfasser seine Erfahrungen über die Bereitung der in viereckiger Form verkauften Käse aus Magermilch niedergelegt, und zwar in einfacher für den praktischen Käsebereiter berechneter Form.

Man erfährt, wie die Milch beschaffen sein muss, wie niedrig der Fettgehalt der Milch sein darf und wieviel man zu der bekanntlich sehr fettarmen Zentrifugen-Magermilch an fettreicherer Milch zusetzen muss, um brauchbare Käse zu erhalten. Es werden Anleitungen zur Reifung der Käse gegeben und viele andere Vorschriften.

Ein Anhang mit Rechnungsarten, sowie ein alphabetisches Register beenden das nützliche kleine Werk.

Tollens.

Die Bundesratsverordnungen über Brotgetreide und Mehl, Hülsenfrüchte, Buchweizen und Hirse, Grünkern, Gerste, Hafer, Kraftfuttermittel und zuckerhaltige Futtermittel, die dazu gehörigen Höchstpreisverordnungen sowie Nebenverordnungen für 1916. Bearbeitet von Dr. Arthur Oppenheimer, Rechtsanwalt beim Landgericht Düsseldorf, Geschäftsführer der Reichsgetreidestelle, Geschäftsabteilung G. m. b. H. (Teil I) und Dr. Herbert Dorn, Gerichtsassessor, Hilfsarbeiter im Reichsjustizamt (Teil II). Erster Teil. Berlin, Verlag von Franz Vahlen, 1916. 234 S. Preis geb. 4 M.

Das Buch bildet die Fortsetzung des im Journal für Landwirtschaft 1915, S. 262 Angeführten; es sind darin die seither erschienenen Verordnungen nebst Ausführungsbestimmungen und Nebenbestimmungen und den leitenden Grundsätzen angegeben, und es wird den Behörden und den Beteiligten, den Kommissionären, Müllern und den Landwirten nützlich sein. Die Höchstpreise sind darin angegeben und wie manches andere durch die Verfasser näher beleuchtet. Ein alphabetisches Register erleichtert die Benutzung.

Tollens.

Wie baut man fürs halbe Geld in Ost und West neu auf? Volkstümliche Bauweise für Stadt und Land, mit ungeübten Arbeitern und eigenem Baumaterial von jedermann in 8 Wochen gebrauchsfertig auszuführen. Mit zahlreichen Abbildungen herausgegeben von Dipl.-Ing. CURT ADLER. 50 S. Preis 1 M. (Porto 10 Pf.). Heimkultur-Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.

In diesem kleinen Buche empfiehlt der Verf. bei Neubauten in ländlichen Gegenden und besonders bei dem Wiederaufbau der im Kriege zerstörten vielen Gebäude nicht die gewöhnliche Bauart mit gebrannten Ziegeln anzuwenden, sondern den alten Lehmbau oder das Pisee-Bauen und zwar mit gleichzeitiger Einlage von Drahtnetz und nachherigem Verputzen mit Zementmörtel. Diese Art des Bauens, der Lehm-Draht-Bau, soll 40—60 % Ersparnis gegenüber dem gewöhnlichen Bauen bieten, weil das Material, Lehm oder Gartenerde, nichts kostet, und weil das Bauen von ungelernten Arbeitern mit wenig Anleitung ausgeführt werden kann.

Die Mauern werden durch Einstampfen von Lehm usw. in aus Brettern hergestellte, zerlegbare, mit Drahtnetz ausgesetzte Kästen gebildet und nach dem Fortnehmen der Kästen verputzt.

Die so hergestellten Häuser sollen nach dem Verf. sehr dauerhaft und widerstandsfähig sein. (Überschwemmungen werden sie nicht standhalten. Ts.)

Eine grosse Zahl hübscher Abbildungen erläutern und schmücken das Buch.

TOLLENS.

Weitere Beiträge zur Verwertung der Flechten. Von Professor Dr. C. JACOBJ, Tübingen. Mit 2 Textabbildungen. Tübingen, Verlag von J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1916. 31 S.

Den Broschüren, über welche vor kurzem berichtet wurde,[1]) ist eine neue gefolgt, in welcher Herr Geh. Rat JACOBJ wieder die Wichtigkeit der Flechten für die Volksernährung und für die Fütterung der Haustiere betont.

Das durch Übergiessen und Stehenlassen mit 1 %iger Lösung von Pottasche oder Holzasche seines bitteren Geschmackes (seiner sogen. Flechtensäuren) beraubte „Isländische Moos“ wird so zu einem Produkte, welches als gallertgebende Masse in den Küchen zu vielen Zwecken, wozu Anweisung gegeben wird, dienen kann, und welches getrocknet und gemahlen, wie jetzt Kartoffeln, dem Brote zugesetzt werden kann.

Das Renntiermoos (Renntierflechte), welches in unseren Heiden und Gebirgsgegenden ebenfalls in grossen Mengen gesammelt werden kann, soll, wie es in Lappland usw. allgemein die Renntiere ernährt, zur Fütterung der Schweine sehr geeignet sein, sobald es durch Pottasche entbittert ist.

Von verschiedenen Seiten angestellte, freilich bis jetzt nicht sehr günstig ausgefallene Versuche werden die Sache klären. In Hinsicht der Frage, ob genügende Mengen der Flechten vorhanden sind, möge angeführt werden, dass der bekannte Erforscher von Pilzstoffen, Professor HESSE, im

[1]) Journal für Landwirtschaft 1915, S. 262.

Journal für praktische Chemie Bd. 93 (1916), S. 270 sagt: „In jedem Falle dürften die isländische Flechte und die Renntierflechten in grosser Menge, wahrscheinlich an die Hunderttausend von Zentnern, zusammengebracht werden können und, abgesehen davon, dass die erstere Flechte auch ein vorzügliches Nahrungsmittel für Menschen ist, damit ein äusserst wertvolles Futtermittel erzielt werden."

Hübsche Abbildungen von „Isländisch Moos" und „Renntierflechte" beschliessen das kleine Buch.

TOLLENS.

Zur chemischen Physiologie des Kalks bei Mensch und Tier. Von Dr. OSCAR LOEW, Professor für chemische Pflanzenphysiologie an der Universität München, vormals Expert für chemische Pflanzenphysiologie am landwirtschaftlichen Ministerium in Washington und Professor für chemische Pflanzenphysiologie an der Universität in Tokio. Verlag der Ärztlichen Rundschau, Otto Gmelin in München, 1916.

In diesem Buche weist der Verf. sehr energisch auf die Wichtigkeit des Kalks und der Calcium-Verbindungen im menschlichen und tierischen Körper hin, sowie auf die Schädigungen, welche bei ungenügenden Mengen an Kalksubstanzen in der Nahrung entstehen.

Zahlreiche Zitate aus den verschiedensten Zeitschriften erläutern diese Schädigungen, so Knochenbrüchigkeit und verschiedene Störungen bei Tieren und Menschen, Rhachitis und mangelhafte Ausbildung der Zähne bei Kindern, mangelhafte Bildung der Kalkschale bei Eiern usw.

Solche Schädigungen können durch Zugeben von kohlensaurem oder phosphorsaurem Calcium zur Nahrung, durch Kalken der Wiesen, auf deren Ertrag das Vieh angewiesen ist, und ähnliche Massregeln beseitigt werden, indem dann das in den Ausscheidungen der Tiere und Menschen enthaltene Calcium nicht mehr den Knochen oder sonstigen Organen entnommen zu werden braucht, da es in der Nahrung genügend zugeführt wird. Der Verf. rät deshalb, zur Verhütung von schädlichen Zuständen bei Mensch und Tier der Nahrung Calcium-Verbindungen, u. a. Chlorcalcium zuzusetzen (Kalktherapie). Ob dies vorteilhaft ist, mögen die Ärzte entscheiden.

TOLLENS.

MENTZEL und VON LENGERKES Landwirtschaftlicher Hilfs- und Schreibkalender. 70. Jahrgang, 1917. Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher erster Fachmänner vom Wirkl. Geheimen Rat Dr. H. THIEL, Ministerialdirektor a. D. Berlin, Verlag von Paul Parey. Erster Teil gebunden, zweiter Teil geheftet. Preis 3 M.

Mit gewohnter Pünktlichkeit ist auch in diesem Jahre der bekannte MENTZEL und v. LENGERKEsche Kalender erschienen, und es ist wohl kaum nötig, noch auf ihn hinzuweisen und ihn zu empfehlen.

Der erste Teil enthält neben dem eigentlichen Kalender die üblichen nützlichen Tabellen über Fütterungs-, Düngungs- und sonstige Angelegenheiten. Der zweite Teil bringt eine Abhandlung über Schweinezucht und Schweinemast von Ökonomierat HERTER und eine andere über die neueste Gesetzgebung auf dem Gebiete des Landwirtschaftsrechts von Geh. Oberregierungsrat Dr. HOLTZ, ferner die Mitteilungen über die landwirtschaftlichen Behörden, Landwirtschaftskammern, landwirtschaftlichen Unterrichtsanstalten, Versuchsstationen, Genossenschaftsverbände und vieles andere.

Es möge darauf hingewiesen werden, dass in der Abhandlung von HERTER auf die Wichtigkeit der neueren Futtermittel, so der Trockenhefe, des Rinderblutes, des Kadavermehles usw., hingewiesen wird.

TOLLENS.

Verzeichnis empfehlenswerter landwirtschaftlicher Bücher aus dem Verlage von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstrasse 10 und 11.

Das soeben erschienene Bücherverzeichnis enthält eine grosse Anzahl von Veröffentlichungen auf allen Gebieten der landwirtschaftlichen und verwandten Literatur und wird für jeden Interessenten ein willkommener Führer durch diese Gebiete sein.

TOLLENS.

Die Romantik der Chemie. Von Dr. OSKAR NAGEL. Mit 26 Abbildungen und 4 Tabellen. Stuttgart, Kosmos-Gesellschaft der Naturfreunde; Geschäftsstelle: Franckhsche Verlagshandlung. 1914. 88 S. Preis geh. 1 M.

Das kleine Buch bringt ein begeistertes Loblied auf die Leistungen der Chemie in früherer Zeit und in der Gegenwart und besonders in der Jetztzeit. Es werden die grossartigen Errungenschaften in allen Gebieten der chemischen Technik hervorgehoben, die Industrien des Stickstoffs, welche zum Ersatz des Chilesalpeters, der uns jetzt fehlt, geführt haben, die Eisen-Industrie mit der Thomasschlacken-Erzeugung, die Darstellung der künstlichen Farbstoffe mit Hilfe der Steinkohlenprodukte, die Soda-Industrie und vieles andere werden beschrieben.

Alles ist auf anregende Weise kurz und für den mit den Grundprinzipien der Chemie Bekannten verständlich geschildert.

TOLLENS.

Mikrokosmos. Zeitschrift für angewandte Mikroskopie, Mikrobiologie, Mikrochemie und mikroskopische Technik. Preis halbjährlich 3 M. 60 Pf.

Von dieser anscheinend recht nützlichen Zeitschrift ist das Heft I des Jahrganges 1916/17 geschickt worden.

TOLLENS.

Die Betriebsverhältnisse der Farmen des mittleren Hererolandes (Deutsch-Südwestafrika). Von Dr. Johannes Gad. (Abhandlungen des Hamburgischen Kolonialinstituts Bd. XXVIII.) Gr. 8°, VIII und 146 Seiten mit 1 Kartenskizze. Hamburg, Verlag von L. Friederichsen & Co. Preis 5 M.

Das obige, vom rührigen Kolonialinstitut in Hamburg herausgegebene Buch mag von manchem bei dem jetzigen Verluste unserer Kolonien als von wenig Nutzen für uns angesehen werden, doch ist zu hoffen, dass es gelingen werde, möglichst viele unserer wertvollen Siedelungen im Auslande zurückzubekommen, und dann wird das Buch mit seinen Beschreibungen, sonstigen Angaben und Ratschlägen von grossem Werte für die Ansiedler, für diejenigen, welche Neigung haben, in die Kolonien zu gehen, und für die Allgemeinheit sein.

Der Gegenstand des Buches ist ein nordwestlich von Windhuk gelegener mittlerer Teil des Hererolandes in Süd-West-Afrika, welcher von Gebirgszügen umgrenzt wird; es ist fast ebenes Hochland mit eingestreuten felsigen Teilen und Bergen. Die als natürliche Weiden in dem dortigen Klima herausgebildeten Flächen werden beschrieben und ihre Nutzung für ausgedehnte Viehzucht wird hervorgehoben.

Naturgemäss spielen die Gewinnung von Wasser, die Bewässerung, die Brunnenherstellung bei der zeitweilig grossen Trockenheit des Landes eine grosse Rolle, und so ist auch die Nutzung des Landes zum Ackerbau von dem vorhandenen Wasser abhängig.

Über diese Verhältnisse, sowie über vieles anderes, über die weissen Ansiedler, über die Eingeborenen usw. gibt das Buch Auskunft.

Tollens.

Die wirtschaftlichen Fragen der Zeit. Von Ökonomierat Dr. phil. h. c. Hösch, Mitglied des Hauses der Abgeordneten. Berlin, Verlag von Reimar Hobbing. 186 Seiten. Kartoniert 1.20 M., gebunden 1.60 M.

Das Buch bringt eine grosse Reihe der uns in der Zeit des grossen Krieges berührenden Gegenstände in klarer Beleuchtung, und man findet zahlreiche Ratschläge zu dem, was wir alle wünschen, nämlich zum Durchhalten bis zum ehrenvollen und günstigen Frieden.

Es wird darauf hingewiesen, wie Deutschland, in dieser Zeit von Zufuhren aus dem Auslande fast abgeschlossen und auf sich selbst gestellt, in seiner Landwirtschaft grosses geleistet hat, wie Landwirtschaft, Industrie und Wissenschaft zusammen gearbeitet haben, wie durch die Herstellung von Salpetersäure und Kalkstickstoff aus der Luft für die Landwirtschaft Stickstoffdünger und für die Kriegsmunition Material geschafft wird. Es werden die allgemeine Tätigkeit der Munitionsfabriken und die Mitwirkung des Volkes bei der Erhöhung der Widerstandskraft Deutschlands geschildert; die Finanzkraft, welche sich gezeigt hat, wird hervorgehoben; es werden die vielleicht lästigen aber notwendigen Massnahmen zur möglichst sparsamen

Ausnutzung unserer Vorräte besprochen und es werden Ratschläge und Ermahnungen mancherlei Art hieran geknüpft.

Aus dem Inhaltsverzeichnis möge als Beispiele einiges beigefügt werden:

I. Das Missverstehen. — Missverstehen zwischen Berufsgruppen. Erkenntnis, dass die Landwirtschaft Sache der Gesamtnation, weil der Bodenertrag Voraussetzung unserer Lebenshaltung.

V. Die Zeit der Prüfung. — Unsere industrielle und finanzielle Kraft im Kriege, Vergleich mit anderen, Opferwilligkeit auch in der Landwirtschaft.

VI. Interessengemeinschaft der Erzeuger und Verbraucher von Nahrungsmitteln. — Falsche Einschätzung vor dem Kriege, das Umlernen, Verständigung, Interessengemeinschaft, Inlandsproduktion sicherste Nahrungsquelle.

VIII. Der Produktion zuwider. — Zwangsschlachtungen, Bedrohung ungeheurer Werte, Entmutigung der Züchter, Rückgang, Beseitigung irriger Massnahmen, Ersatzfuttermittel, Gesamtnahrungsmittelerzeugung Hauptsache.

IX. Kartoffelversorgung im Kriege und andere Ernährungsfragen. — Unbegründete Beschuldigung der Landwirte, Aufklärung, Höchstpreise, Reichsverordnungen, ausreichende Kartoffelproduktion, unwirtschaftliches Disponieren.

Ausblick. — Erfindungen während der Kriegszeit, Industrie, Landwirtschaft, Finanzen. Wir halten durch!

TOLLENS.

Berichte über Pflanzenschutz der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser Wilhelms-Instituts für Landwirtschaft in Bromberg. Die Vegetationsperiode 1913/14. Herausgegeben von Prof. Dr. SCHANDER und FRITZ KRAUSE. Mit 25 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1916. 163 S. Preis 4 M.

Die Bromberger Berichte über Pflanzenkrankheiten zeichnen sich durch klare übersichtliche Anordnung und praktische Behandlung des Stoffes aus und wirken deshalb, wie ich das schon früher ausgesprochen habe, vorbildlich. Von besonderer Bedeutung ist die Berücksichtigung der Niederschläge während der Vegetationszeit. SCHANDER hat die Kreise der Provinz nach der Menge der Niederschläge in 3 Gruppen eingeteilt. Die hiernach entworfene Übersichtskarte auf S. 8 gibt in sehr instruktiver Weise ein Bild der Verteilung der Niederschläge im Sommer 1914, ein Bild, welches sich gegenüber dem im Vorjahre entworfenen Bild sehr verändert hat.

v. SEELHORST.

Die Getreideproduktion Österreich-Ungarns im Hinblick auf Krieg und Volksernährung. Von FRANZ SCHINDLER, o. ö. Professor an der k. k. Deutschen Franz Joseph-Technischen Hochschule in Brünn, k. k. Hofrat. Wien und Leipzig, Verlag von Franz Deuticke, 1916. VI und 74 S. Preis 2.50 M.

Der Verfasser behandelt den Gegenstand in 2 Abschnitten. In dem ersten Abschnitt bespricht er die gegenwärtigen Verhältnisse der Getreideproduktion Österreich-Ungarns und stellt die absoluten Mengen des in beiden Ländern erzeugten Getreides dem Bedarf gegenüber. Dabei zeigt er, dass die Hektarerträge Österreich-Ungarns auch in den besten Gegenden gegen die Hektarerträge Deutschlands zurückstehen. Sehr wichtig ist die Konstatierung der durch die offizielle Statistik erhärteten Tatsache, „dass die Monarchie seit 1896, von geringfügigen Ausnahmen in den Jahren 1907 und 1912 abgesehen, Weizen nicht mehr ausführt, sondern nur einführt und dass die Einfuhr von Roggen seit 1893 mit Ausnahme der Jahre 1906 und 1907 beständig geworden ist". Wenn diese Mengen zurzeit auch noch gering gewesen sind und ihr Fortfall während dieses Krieges auch die Monarchie nicht in Not gebracht hat, so ist es doch mit Rücksicht auf die Zunahme der Bevölkerung klar, dass Österreich-Ungarn, um auch in Zukunft im Kriegsfall unabhängig vom Ausland zu sein, mit allen Mitteln danach streben muss, die Produktion zu heben.

In dem zweiten Abschnitt weist Schindler nach, dass eine starke Produktionssteigerung auch möglich ist. Als Mittel dazu führt er zunächst die Einschränkung des Brach- und Ödlandes, dann die Zusammenlegungen und kulturtechnischen Meliorationen, die noch in grossem Umfang auszuführen sind, an.

Er rät dann zur Errichtung von bäuerlichen Beispielswirtschaften und will die Institutswirtschaften und Versuchsfelder der landwirtschaftlichen Schulen in verstärktem Maſse von den Landwirten beachtet sehen. Schindler zeigt ferner, in wie hohem Maſse eine Verbesserung der Düngung die Erträge heben kann und weist, um dies zu belegen, auf die hierdurch in Deutschland erzielten Erfolge hin. Das wichtigste Düngemittel ist der Stickstoff. Der Verfasser nimmt allerdings an, „dass noch Jahre vergehen werden, bevor die chemische Industrie durch die vermehrte Erzeugung von Ammoniak und Luftstickstoffverbindungen so weit sein wird, das Bedürfnis der Landwirtschaft nach diesen Düngemitteln voll befriedigen zu können". In dieser Annahme täuscht sich meines Erachtens Schindler. Man kann mit grosser Sicherheit annehmen, dass sofort nach Friedensschluss der Landwirtschaft alle die grossen Stickstoffmengen zur Verfügung stehen werden, welche jetzt zur Munitionserzeugung gebraucht werden und dass diese vollständig zur Deckung des Bedarfs genügen werden. Auch bezüglich der Versorgung mit Phosphorsäure urteile ich anders wie Schindler. Meiner Ansicht nach werden wir an dieser in den ersten Jahren nach dem Frieden noch Mangel leiden, weil es an geeigneten Rohphosphaten zur Superphosphatfabrikation fehlen wird. Voll und ganz stimme ich aber wieder mit dem Verfasser überein, wenn er Saatbauvereine, Saatbaugenossenschaften und Saatgutanerkennung sowie den Ausbau der Pflanzenzüchtung fordert.

Die klaren Darlegungen Schindlers über die Getreideproduktion Österreich-Ungarns und ihre Zukunftsmöglichkeiten verdienen die ernsteste Berücksichtigung von Seiten der praktischen Landwirte und der Nationalökonomen.

v. Seelhorst.

Die Kartoffel in der Kriegswirtschaft. Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. J. Hansen und Gerichtsassessor a. D. Dr. Fritz Arnoldi. Berlin, Verlag von R. Hobbing, 1916.

Das vorliegende Heftchen ist das zweite unter dem Titel „Beiträge zur Kriegswirtschaft“ von der Volkswirtschaftlichen Abteilung des Kriegsernährungsamts herausgegebene Heft.

Geh. Rat Hansen, Königsberg i. Pr., behandelt darin die Kartoffel in ihrer betriebswirtschaftlichen Bedeutung und bespricht ihren Anbau und ihre Verwendung. Die Ausführungen geben trotz ihrer Kürze ein klares Bild über die zahlreichen Kartoffelfragen, welche jetzt das allgemeine Interesse in so hohem Maſse erregt haben. Vervollständigt wird das Bild durch den Aufsatz von Dr. Arnoldi, dem stellvertretenden Vorsitzenden der Reichskartoffelstelle, über die Kartoffelversorgung im Kriege, welcher die Ursachen der Regierungsmassnahmen klarlegt und dadurch manche falsche Auffassung dieser zu beseitigen imstande ist.

Das kleine Heft verdient allseitige Berücksichtigung.

v. Seelhorst.

XXVI. Jahresbericht der Rübensamen-Züchtungen. Von Wohanka und Cr. Prag. Mit 7 Textabbildungen.

Dieser Jahresbericht verdient allgemeinere Beachtung. Er bringt zunächst einen Beitrag zur Wurzelkropfbildung der Zuckerrübe von Dr. O. Brož und k. k. Regierungsrat A. Stift, in welchem nachgewiesen wird, dass, entsprechend den Ergebnissen der Untersuchungen von Smith, Brown und Townsend, das Bacterium tumefaciens Sm. als Erreger des Wurzelkropfs anzusehen ist. Das Heft enthält dann einen sehr instruktiven Bericht über die Fortschritte und Neuerungen auf dem Gebiet der Rüben- und Rübensamenzucht im Jahre 1915, in welchem auch die Zuckerrübe und ihre Abfälle als menschliches Nahrungs- und als Futtermittel eingehend berücksichtigt ist. Ein ausführlicher Literaturnachweis beschliesst das Heft.

v. Seelhorst.

Die Landwirtschaft in Ostpreussen. Entwicklung und Stand der Landwirtschaft der Provinz vor dem Ausbruch des Krieges. Von Prof. Dr. J. Hansen, Geheimer Regierungsrat. Mit 34 Karten. XV und 544 S. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1916. Preis 7 M.

Unter den durch den Krieg hervorgerufenen volkswirtschaftlichen Arbeiten nimmt das angekündigte Buch eine hervorragende Stelle ein.

Hansen behandelt darin nach einer kurzen orientierenden Einleitung das ganze Gebiet der Landwirtschaft in 5 Abschnitten. Der erste Abschnitt umfasst die wirtschaftlichen Grundlagen der Landwirtschaft — die landw. Bevölkerung, die Grösse der Betriebe, die Besitzverhältnisse, die innere Kolonisation, die Arbeiter- und die Verkehrs- und Absatz-Verhältnisse. — Im zweiten Abschnitt werden die natürlichen Grundlagen der Landwirtschaft — Boden und Klima — besprochen. — Auf den beiden ersten Abschnitten

Berichtigung.

S. 370 Z. 19 statt „Wohanka und Cr. Prag“ lies: **„Wohanka & Co., Prag“.**

Z. 28 statt „ist“ lies: **„sind“.**

aufbauend, behandelt der dritte Abschnitt den landwirtschaftlichen Betrieb in Ostpreussen: A. Die Erzeugung von Pflanzen und pflanzlichen Stoffen im Acker- und Pflanzenbau, im Obst- und Gartenbau und in der Forstwirtschaft; B. die Erzeugung von Haustieren und tierischen Stoffen (die landw. Tierzucht im Lichte der Statistik, den Betrieb der landw. Tierzucht); C. die landwirtschaftlichen Nebengewerbe, insbesondere das Molkereiwesen. — Der vierte Abschnitt enthält die Förderung der Landwirtschaft durch den Staat, durch das landw. Unterrichtswesen, die landw. Vereine, die Landwirtschaftskammern, die landw. Genossenschaften und das landw. Versicherungswesen. — Im fünften und letzten Abschnitt wird der Erfolg des landw. Betriebes — die Preise des Grund und Bodens, die Verschuldung, Entschuldung und Besitzbefestigung und besonders die volkswirtschaftliche und privatwirtschaftliche Leistung der ostpreussischen Landwirtschaft — dargelegt. Das Buch wird vervollständigt durch eine grosse Zahl ausführlicher Tabellen.

Hansen sagt im Vorwort, dass das Buch in erster Linie bestimmt ist „für alle jene Stellen, welche in dem Dienst des Wiederaufbaus der Provinz stehen. Es war mein Bestreben, sowohl den Verwaltungsbehörden als den verschiedensten Berufsvertretungen und auch den einzelnen Landwirten, welche ehrenamtlich in der Selbstverwaltung mitzuarbeiten berufen sind, die erforderlichen Unterlagen zu bieten."

Referent ist der Ansicht, dass der Verfasser die Aufgabe, die er sich gesetzt hat, in ganz vorzüglicher Weise gelöst hat. Der Leser findet nicht nur in dem Buch eine enorme Anhäufung von Material, sondern vor allen Dingen eine Verarbeitung desselben, welche in klarer Weise das Wie und Warum der Verhältnisse und ihres Einflusses auf den landwirtschaftlichen Betrieb darlegt. Aber nicht nur in den Kreisen, für die es zunächst bestimmt ist, sondern auch in viel weiteren wird man dem Verfasser für sein Buch dankbar sein.

v. Seelhorst.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der deutschen Bienenzucht und ihre Einträglichkeit. Von U. Berner. Dissertation, Berlin 1916. (Selbstbesprechung.)

Der Krieg hat die wirtschaftliche Bedeutung der Kleintierzucht in vollem Lichte erscheinen lassen. Bei den intensiven Wirtschaftsverhältnissen Deutschlands wird die Ausnutzung aller Abfallstoffe auch in Zukunft dringend geboten sein. Dazu ist eine weitere Pflege der Kleintierzucht notwendig. Nun steht ja die Praxis der Kleintierzucht zweifellos auf einer ziemlich hohen Stufe, aber die wissenschaftliche Forschung hat sie noch nicht gebührend beachtet.

Der Verfasser hat sich bemüht, in dieser Arbeit die Grundlagen und Bedingungen für einen Zweig der Kleintierzucht darzulegen. Die Bienenzucht nimmt in ihr in mancher Hinsicht eine eigenartige Stellung ein. Sie löst am vollkommensten die Hauptaufgabe der Kleintierzucht, Abfälle auszunutzen und in Nahrungsmittel oder Rohstoffe umzusetzen. Der von den Bienen gesammelte Nektar würde ohne sie durchaus ungenützt verloren gehen. Die Bedeutung der Bienenzucht für Deutschland erhellt aus folgenden Zahlen:

Nach der Zählung vom 1. Dezember 1912 gab es 2630837 Bienenstöcke, davon 1572898 (59.8 %) mit beweglichen Waben und 1057939 (40.2 %)

ohne bewegliche Waben, deren Wert auf 42 Millionen Mark zu veranschlagen ist. Die Gesamthöhe des in der Bienenzucht angelegten Kapitals (einschliesslich der Geräte und Bienenhäuser) dürfte mindestens 65 Mill. M. erreichen.

Nach derselben Zählung wurden 152354 Doppelzentner Honig geerntet. Nach den damaligen Grosshandelspreisen wird der Gesamtwert des Honigs und des Wachses auf mindestens 25 Mill. M. veranschlagt.

Noch grösser aber ist der Nutzen, den die Bienen alljährlich als Befruchter stiften. Er wird auf Grund exakter Zahlenunterlagen auf jährlich 173—192 Mill. M. berechnet. Besonders der Obstbau ist ganz von der Bienenzucht abhängig.

Ausführlich werden sodann die Möglichkeiten besprochen, die Bienenzucht zu fördern und auszubreiten. Es werden Massnahmen empfohlen, die in letzter Zeit zurückgegangenen Trachtverhältnisse zu verbessern. Eine gewaltige Steigerung der Erträge ist von einer durchgängigen Vervollkommnung der Betriebsweise zu erwarten. Leider mangelt es noch vielfach an der rechten, sorgfältigen Pflege der Bienen, besonders bei der Landbevölkerung, die den Nutzen der Imkerei häufig noch gar nicht richtig erfasst hat. Infolgedessen treten gar nicht selten Krankheiten unter den Bienen auf. Der durch jene, sowie Winterverluste usw. jährlich angerichtete Schaden wird auf 5 Mill. M. berechnet.

Aus den natürlichen wie aus den wirtschaftlichen Bedingungen Deutschlands ergibt es sich, dass im allgemeinen möglichst intensive Betriebsweisen am Platze sind. Deshalb können wir auch, entgegen einer vielfach verbreiteten Ansicht, von den Amerikanern in dieser Hinsicht nichts lernen. Die wenigstens z. T. recht hoch entwickelte Bienenzucht Amerikas hat wie überhaupt die dortige Landwirtschaft einen durchaus extensiven Zuschnitt. Die neuzeitlichen Betriebsweisen in der Bienenzucht werden ausführlich gewürdigt.

Aus den Rentabilitätsberechnungen ergibt sich, dass die Bienenzucht als Nebenerwerb fast überall lohnend ist, teilweise Erträge gibt, wie kein anderer Zweig der Kleintierzucht. Unter ganz besonderen Umständen und bei Durchführung der geeignetsten Betriebsweisen mag sie gelegentlich auch als Hauptberuf in Betracht kommen. Mehr als bisher sollte sich die landwirtschaftliche Bevölkerung der Bienenzucht zuwenden. Auch grosse Güter, die sich mit geringer Mühe eine ausgezeichnete Tracht schaffen könnten, würden beträchtliche, auch im Haushalt eines grösseren Besitzers nicht zu unterschätzende Einnahmen aus ihr erzielen können.

Soll aber die Bienenzucht sich weiter entwickeln, so ist unbedingt ein besserer Schutz des echten Bienenhonigs vor unlauterem Wettbewerb nötig. Gegenüber dem durchaus minderwertigen und unappetitlichen Auslandhonig, wie er vor dem Kriege vielfach verkauft wurde, ist zu Nutz und Frommen der heimischen Bienenzucht und der Verbraucher zum mindesten die Einführung eines Deklarationszwanges für die Herkunft durchaus notwendig.

Auch dem Kunsthonig gegenüber, dessen Wert als verhältnismässig hochwertiges, wohlfeiles Nahrungsmittel nicht bestritten werden soll, der sich aber in gesundheitlicher Hinsicht mit dem Bienenhonig nicht messen kann, ist für diesen ein besserer Schutz zu fordern. Als Richtlinie könnte hier das Verhältnis von Butter und Margarine gelten.

Zum Schluss der Arbeit wird die Bedeutung der Bienenzucht für die Kriegsbeschädigtenversorgung und die innere Kolonisation besprochen.

Dr. Berner.

Druck von Fr. Stollberg, Merseburg.

Vierundsechzigster Band. Heft IV.

Ag. Sciences
UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY
JAN 9 1920

Journal

für

Landwirtschaft.

Im Auftrage der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover

herausgegeben unter Beteiligung der landwirtschaftlichen

Institute, Laboratorien und Versuchsanstalten deutscher Hochschulen.

Unter Mitwirkung von

Dr. J. Esser, Geh. Med.-Rat, Professor, Direktor des Tierarznei-Instituts

Dr. P. Ehrenberg, Professor, Direktor des agrikulturchemischen Instituts

Dr. W. Fleischmann, Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor des Laboratoriums für Chemie und Bakteriologie der Milch

Dr. G. Frölich, Professor zu Halle a. S.

Dr. A. Koch, Professor, Direktor des landw.-bakteriolog. Instituts

Dr. F. Lehmann, Professor, Direktor der landw. Versuchsstation

Dr. C. v. Seelhorst, Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor des landw. Instituts und des landw. Versuchsfeldes

herausgegeben von

Dr. B. Tollens,
Geh. Regierungs-Rat, Professor
zu Göttingen.

Mit 3 Textabbildungen.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstr. 10 u. 11.
1916.

Vier Hefte mit in Sa. 25 Bogen bilden einen Band. Abonnementspreis 12 M.

Inhalt.

Seite

Die Abhängigkeit der Pflanzenatmung von der Oberflächengrösse. Von **J. F. Hoffmann**-Berlin. (Mit 3 Textabbildungen) 289

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kaninchenzucht. Von Dr. **Ulrich Berner** 301

Über die Wertverminderung des Kalkstickstoffes durch einen Gehalt an Dicyandiamid. Von Frl. Dr. **Hövermann** und Prof. Dr. **Alfred Koch.** Aus dem landwirtschaftl.-bakteriolog. Institut der Universität Göttingen 317

Mitteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstation Kempen.

Über die Löslichkeit des kohlensauren Kalkes verschiedener Herkunft und Feinheit in kohlensäurehaltigem Wasser in ihrer Beziehung zu Boden und Pflanze. Von **G. Hager** und **J. Kern** 325

Mitteilung aus dem agrik.-chem. Institute der Universität Göttingen.

„Magnesia". (Eine Ergänzung der Ausführungen von A. Stutzer über dieses Thema in der Illustrierten landwirtschaftlichen Zeitung 1916, S. 649.) Von **Otto Nolte**-Göttingen 343

Aus dem chem. Institut der Kgl. landw. Akademie Bonn-Poppelsdorf.

Beiträge zur Kenntnis der Kohlenhydrate der Gemüsearten. Von Dr. **Ernst Busolt** 357

Literaturbesprechungen 363

Beiträge für das **Journal für Landwirtschaft** honoriert die Verlagsbuchhandlung mit 30 Mark für den Druckbogen, und zwar kommen die Beträge jedesmal beim Erscheinen des betreffenden Heftes zur Auszahlung.

Von jedem Artikel werden 25 Sonderabdrücke unberechnet geliefert, eine grössere Anzahl wird aber prinzipiell nicht angefertigt. Die Verantwortung für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser.

Nachdruck und Übersetzung von Originalartikeln untersagt.

Landwirtschaftliche Jahrbücher.

Band L, Heft 4 erschien mit folgendem Inhalt: Die Entwicklung der Preise landwirtschaftlicher Produkte und Produktionsmittel während der letzten 50 Jahre und deren Einfluss auf Bodennutzung und Viehhaltung im Deutschen Reiche. Von Dr. **Ernst Gläsel.** — Luftdruckverteilung, Winde und Niederschläge in Nord- und Mittel-Europa nebst Bemerkungen über die Beziehungen dieser klimatischen Elemente zur Landwirtschaft. Von Dr. **Wilh. R. Eckardt,** Leiter des öffentlichen Wetterdienstes und I. Assistent am Meteorologischen Observatorium Essen. — Mitteilungen des Institutes für Agrikulturchemie und Bakteriologie der Kgl. Landw. Hochschule Berlin und der Landw. Versuchsstation für die Provinz Brandenburg. Die Wirkung eines verschiedenen Verhältnisses von Kalk zu Magnesia auf das Pflanzenwachstum. Von **O. Lemmermann** und **A. Einecke.** (Hierzu Tafel I.) — Versuche über die Ursache der ertragssteigernden Wirkung des Zusatzes von Ton zu Sandboden. Von **O. Lemmermann, A. Einecke** und **H. Wiessmann**-Berlin. (Hierzu Tafel II—IV.) — Methoden, Zucht- und Sortenfragen bei der Kartoffelzüchtung. Von **I. R. de la Espriella,** Leiter der Friedrichswerther Pflanzenzucht.

Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen.

Band LXXXIX, Heft 5 und 6 erschien mit folgendem Inhalt: Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche. Verhandlungen der XXXVII. (ordentl.) Hauptversammlung des Verbandes im Bürgerausschusssaal des Rathauses zu Heidelberg am 15. Juni 1916. — Mitteilung der landw. Versuchsstation Rostock i. M. Über die Zusammensetzung und Verdaulichkeit einiger Kriegsfuttermittel. (Wollsaatmehl, Maniokmehl, Ackersenfkuchen, Spargelbeerenschrot und Zichorienschrot.) Von **F. Honcamp, H. Zimmermann** und **E. Blanck.** (Hierzu Tafel IV—VII.) — Bemerkungen zu „Kritische Beiträge zur Entstehung der Mediterran-Roterde" von Herrn Dr. E. Blanck. Von Prof. **Graf zu Leiningen,** Wien.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstrasse 10 u. 11.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11.

Leitfaden
der landwirtschaftlichen Betriebslehre.

Von

Dr. Th. Freiherr von der Goltz,

weil. Geh. Regierungsrat,
Professor an der Universität und Direktor der Landw. Akademie Bonn-Poppelsdorf.

Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage,

herausgegeben von

Dr. C. v. Seelhorst,

Geh. Regierungsrat, Professor an der Universität Göttingen.

Gebunden, Preis 2 M. 80 Pf.

Ratschläge
zum
Durchhalten für unseren Zuckerrübenbau.

Von

Dr. Paul Ehrenberg,

Professor an der Universität Göttingen.

Preis 2 M.

Die landwirtschaftl. Verhältnisse Kurlands.

Von

Benno Marquart,

Leiter der Wirtschaftsberatungsstelle für Kurland.

I. Teil:

Klima, Grund und Boden, Bevölkerung.

Mit 15 Textabbildungen. Preis 4 M. 50 Pf.

II. Teil:

Gebäude- und Inventar-Kapital, Arbeitskraft, Betriebsweise.

Mit 19 Textabbildungen. Preis 4 M. 50 Pf.

Methoden
zur
Untersuchung der Kunstdüngemittel.

Zusammengestellt und herausgegeben vom

Verein deutscher Düngerfabrikanten.

Fünfte Auflage.

Preis 4 M.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11.

Allgemeine Tierzucht.

Ein Lehr- und Handbuch für Studierende und Züchter.

Von

Dr. C. Kronacher,

Professor an der Kgl. Tierärztl. Hochschule in Hannover.

Erste Abteilung (Abschnitt I und II):

I. Die volkswirtschaftliche und landwirtschaftliche Stellung und Bedeutung der Tierzucht und Tierhaltung sowie die Aufgaben der allgemeinen Tierzuchtlehre. — II. Die Stellung der Haustiere im zoologischen System, ihre Gewinnung, Abstammung, prähistorische und historische Entwicklung. 1. Kapitel: Die Stellung der Haustiere im zoologischen System. 2. Kapitel: Die Haustierwerbung. 3. Kapitel: Abstammung, prähistorische und historische Entwicklung der Haustiere.

Mit 97 Textabbildungen. Preis 6 M. 50 Pf.

Zweite Abteilung (Abschnitt III):

Fortpflanzung, Variation und Selektion, Vererbung.

Mit 41 Textabbildungen. Preis 6 M.

Dritte Abteilung (Abschnitt IV und V):

Der Artbegriff und die Wege der Artbildung. Die Rassen. Der Rassebegriff. Entstehung, Einteilung und Eigenschaften der Rassen.

Mit Textabbildungen. Preis 8 M.

Erster Band vollständig (enthaltend Abteilung I—III), gebunden Preis 22 M. 50 Pf.

Das **Gesamtwerk** erscheint in **zwei Bänden** bezw. **sechs Abteilungen,** und zwar werden die weiteren drei Abteilungen sich in folgende Abschnitte gliedern:

VI. Abschnitt: Die Züchtung: A. Zuchtwahl. — B. Ausführung der Züchtung. VII. Abschnitt: Aufzucht, Ernährung, Haltung, Pflege und Nutzung. VIII. Abschnitt: Öffentliche und genossenschaftliche Massnahmen zur Förderung der Tierzucht.

Anleitung zur Pferdezucht

im landwirtschaftlichen Betriebe.

Von

F. Oldenburg,

Fürstl. Schwarzb. Reg.- und Ökonomierat, Kgl. Preuss. Amtsrat.

Dritte, neubearbeitete Auflage,

herausgegeben von

Dr. Gustav Frölich,

Professor und Leiter der Abteilung für Tierzucht am landw. Institut der Universität Halle a. S.

Gebunden, Preis 2 M. 80 Pf.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

☞ Hierzu 2 Beilagen von der Verlagsbuchhandlung **Paul Parey, Berlin SW. 11,** Hedemannstrasse 10 u. 11.

Druck von Fr. Stollberg, Merseburg.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111827835